



ESTUDIO COMPARATIVO DE CAFÉ DE CÁPSULAS

Autor: M^a Carmen Cazorla Garrido

Director: Angélica Fernández Castel

Especialidad: Química Industrial



SEPTIEMBRE 2011

Me gustaría expresar mi gratitud a la Dña. Angélica Fernández, tutora del presente proyecto por la atención y la dedicación que me ha prestado durante el tiempo de la elaboración del mismo.

Quisiera destacar a su vez, la estimable colaboración del personal del laboratorio en especial a Dña. M^a Ángeles.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
HISTORIA DEL CAFÉ	2
TIPOS DE CAFÉ.....	4
CAFÉ ARÁBICA (Coffea arábica o cafeto arábica).....	4
CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora o cafeto robusta)	5
CAFÉ EN INFUSIÓN.....	5
CAFÉ DESCAFEINADO	5
TIPOS DE CAFÉ UTILIZADOS EN ESTE PROYECTO.....	5
MUESTRAS NESPRESSO.....	5
Muestra 1: RISTRETTO	5
Muestra 2: ARPPEGIO	6
Muestra 3: ROMA	6
Muestra 4: LIVANTO	6
Muestra 5: CAPRICCIO	6
Muestra 6: VOLLUTO	6
Muestra 7: COSI	6
Muestra 8: INDRIYA	7
Muestra 9: ROSABAYA	7
Muestra 10: DULSAO	7
Muestra 11: DESCAFFEINATO INTESO	7
Muestra 12: LIVANTO CON SABOR ALMENDRA.....	7
Muestra 13: FORTISSIO LUNGO	7
Muestra 14: VIVALTO LUNGO.....	7
Muestra 15: FINEZZO LUNGO	8
Muestra 16: DESCAFFEINATO LUNGO	8
Muestra 17: DESCAFFEINATO	8
Muestra 18: ONIRIO.....	8
MUESTRAS DOLCE GUSTO	8
Muestra 19: INTENSO	8
Muestra 20: RISTRETTO	8
Muestra 21: DESCAFEINADO	9
Muestra 22: LUNGO	9
OBJETIVOS.....	10
EXPERIMENTAL.....	12
MATERIAL Y REACTIVOS	13
INSTRUMENTACIÓN.....	13
OTRO MATERIAL	14

REACTIVOS	14
RESULTADOS EXPERIMENTALES	15
DETERMINACIÓN DE ZINC	15
Café preparado con agua destilada	15
Café preparado con agua de la red	19
DETERMINACIÓN DE HIERRO	22
DETERMINACIÓN DE SODIO	27
Café preparado con agua destilada	27
Café preparado con agua de la red	34
ADICIÓN DE PATRÓN DE SODIO	38
CONCLUSIONES	74
PARÁMETROS INSTRUMENTALES OPTIMIZADOS	76
PARÁMETROS ANALÍTICOS	76
RESULTADO CONCENTRACIONES	77
ZINC	77
Café preparado con agua destilada	77
Café preparado con agua de la red	77
HIERRO	79
SODIO	80
Café preparado con agua destilada	80
Café preparado con agua de la red	82
Comparación entre café preparado con agua destilada y café preparado con agua de la red	83
Calibración por adición de patrón	84
Comparación entre calibración externa y calibración por adición de patrón	86
COMPARACIÓN POR VARIEDADES	87
Arábicas	87
Arábicas y robusta	89
COMPARACIÓN ENTRE DISTINTAS MARCAS DE CAFÉS	91
Concentración de Zn y Na en Ristretto en agua de la red, Na en calibración externa y Na con adición de patrón	91
Concentración de Na en Descafeinado por adición de patrón	92
CONCLUSIONES FINALES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ÍNDICE DE TABLAS	96
ÍNDICE DE FIGURAS	99

INTRODUCCIÓN

HISTORIA DEL CAFÉ

Es muy probable que la historia del café, empiece en la región de Caffa en Etiopía, al observar un pastor en los animales, una extraña inquietud después de que éstos habían comido bayas y hojas de una planta desconocida.

Después de repetidas y variadas pruebas, se descubrió que las semillas de estas plantas, tostadas, trituradas y puestas en infusión, daban una bebida que ayudaba a mejorar las energías de la gente. La difusión de que existía esta planta, llegó a ser tan grande, que alcanzó las ciudades de la Mecca y Medina.

Debido a que los musulmanes tienen la prohibición de tomar productos alcohólicos esta bebida fue muy popular entre ellos. Yemen fue un centro de cultivo importante.

A ellos debemos, precisamente, la palabra “qahwah”, que significa infusión. Los turcos más tarde, lo pronunciarán “qahvé”, pasando fácilmente, a las versiones europeas: café, caffè, coffee, Kaffee.

Los locales donde tomaban café en la ciudad de la Meca, proliferaron tanto, que una ordenanza del gobernador, decretó el cierre, por razones de orden público, pero lamentablemente, para este gobernador, en Cairo, el sultán era tan entusiasta consumidor del tal producto, que derogó el decreto y más tarde, relevó de su cargo al rígido gobernador.

En el 1600, las mujeres inglesas, hicieron una petición contra el café porque sus maridos se descuidaban de ellas, para dedicarse a la nueva bebida, mientras las mujeres turcas, llevaron como razón de divorcio el hecho de que el marido, las prohibía tomar café.

Se puede observar, como en cada parte del mundo este producto influyó inmediatamente, en las costumbres públicas y privadas de los pueblos y estamos solamente entre los siglos XV y XVII.

En todas las épocas, los locales fueron lugares de encuentro, para los mejores nombres de la literatura europea, de la política y del arte en general.

Muchos de estos hombres importantes son Goldoni que escribió “La bottega del caffè” (la tienda del café); Voltaire el cual declaró que tomaba 50 tazas de café al día; Balzac el cual en la época en que componía su comedia “Comédie Humaine” se tomó 50.000 tazas.

En Paris el primer café surgió en 1660 por merito de un noble italiano Procopio de Cultelli y bien adelante de la Comédie Française fue asiduamente frecuentado por hombres de letras y artistas.

En Venecia, la primera tienda de café, fue abierta en 1683 y en poco tiempo, los establecimientos donde era posible tomar esta bebida, fueron 200. En Viena, la primera tienda de café fue abierta en 1684, gracias a un polonés el cual inventó una nueva manera de preparar el café que consistía en filtrar los posos y endulzar el café con miel, poniendo también un poco de leche.

La planta del café que crecía espontáneamente en Etiopía, una vez trasladada a Arabia, llegó a ser monopolizada de ese pueblo; entretanto, la demanda aumentaba con la proliferación de todas estas tiendas de café, y entonces, algunos funcionarios de la Compañía de las Indias Holandesas, trasladaron algunas plantas, para sus posesiones de Ceylan y Java.

El clima ideal de estas áreas, permitió en pocos años a los holandeses, ser productores de café tan fuerte, como para imponer sus precios en el mercado. Un poco más tarde, los franceses fueron los que usaron la misma manera, para plantar algunas en Haití, Jamaica, Cuba, Puerto Rico y Trinidad; Un joven portugués quitó a su vez pequeñas plantas que fueron llevadas a Brasil. En menos de un siglo, el Brasil llegó a ser el más importante productor del mundo (en 1907 produjo el 97% de la cosecha mundial)

Llegamos entonces al comienzo de nuestro siglo y es cuando las máquinas de café Espresso, es decir, los equipos que preparan expresamente café, fueron creadas. Hasta aquella época, de hecho, en los locales públicos, el café era preparado en grandes recipientes, y era mantenido caliente al baño maría, con el problema de que si no era usado a las pocas horas, el café tenía que ser tirado porque la infusión se deterioraba al cabo del tiempo. Las máquinas espresso, introdujeron una nueva manera de tomar café, facilitando un gusto bien diferente de los siguientes precedentes.

La planta de cafeto -con cuyos frutos y semillas se elabora la infusión conocida como café- es un arbusto originario de Etiopía, que desde tiempos inmemoriales las tribus de esa zona molían sus granos y elaboraban una pasta con la que alimentaban a los animales y a los guerreros al creer que así aumentaban sus fuerzas. Posteriormente su cultivo se extendió a la vecina Arabia y desde Yemen se propagó al resto del mundo árabe. A Europa llegó en torno al año 1600 gracias a los mercaderes venecianos y rápidamente cruzó el Atlántico donde por las idóneas condiciones climáticas no tardaron en establecerse grandes explotaciones cafeteras. De hecho Brasil y Colombia siguen siendo las principales regiones productoras de café junto con Vietnam, Kenia y Costa de Marfil.

La planta del café arribó a Cuba en el siglo XVIII, traído a Cuba por Don José Gelabert, quién fundó en el Wajay, en las afueras de La Habana, el primer cafetal de la Isla hacía 1748, con semilla proveniente de santo Domingo, actual república Dominicana.

El boom cafetalero cubano tuvo lugar durante las tres primeras décadas del siglo XIX. Aunque Cuba perdió su liderazgo como exportador de café, debido a las restricciones comerciales de España, mantuvo una alta calidad en el cultivo y beneficios del grano.

La sabiduría en el cultivo y cuidado del grano se ha transmitido de padres a hijos y así como de generación en generación, convirtiéndose en una tradición familiar. El campesino cubano trata con desvelo sus plantaciones de café. Desde que aún es una semilla, le imprime sus conocimientos adquiridos durante tantos años y que ha recibido de sus ancestros.

Cada una de las etapas de este largo proceso que va de la semilla a la taza está cargada de amor y de cuidados especiales. Así, cada planta que surge de la tierra es atendida individualmente hasta que emerge el grano maduro, que será recogido uno a uno sin que intervenga otro instrumento que la mano desnuda del hombre. Su cultivo, beneficio y proceso industrial que garantizan la obtención de granos de altísima calidad.

Cuando se degusta el exótico café de Cuba, estamos en el momento culminante de un proceso que se originó años atrás, cuando nació la planta cuyos granos se disfrutaban en forma de aromática bebida. Cuba posee la mayor cantidad de ruinas de haciendas cafetaleras de todo el mundo con valores arqueológico, muchas de ellas excelentemente bien conservadas y enclavadas en zonas que han sido declaradas por la UNESCO Patrimonio de la Humanidad.

TIPOS DE CAFÉ

Las especies que más se utilizan para la preparación de la bebida son:

CAFÉ ARÁBICA (COFFEA ARÁBICA O CAFETO ARÁBICA)

Es la que se cultiva desde más antiguamente, y representa el 75 por ciento de la producción mundial de café. Produce un café fino y aromático, y necesita un clima más fresco. El cultivo del arábica es más delicado, menos productivo y está reservado a tierras altas de montaña. Originario de Etiopía, hoy en día se produce en países como Brasil, Camerún, Colombia, Costa Rica, Panamá, Cuba, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Haití, Jamaica, Java, Kenia, México, Perú, Bolivia, Puerto Rico, República Dominicana, El Salvador, Tanzania, Honduras y Venezuela.

CAFÉ ROBUSTA (COFFEA CANEPHORA O CAFETO ROBUSTA)

Da lugar a una bebida rica en cafeína; fuerte y más ácido, usualmente usado para la fabricación de café soluble o instantáneo y mezclas. El robusta se adapta a terrenos llanos, con rendimientos más elevados. Originario del Congo Belga (actualmente República Democrática del Congo), hoy en día se cultiva no sólo en África (Costa de Marfil, Angola y el propio Zaire), sino también en India, Indonesia, Madagascar, Brasil y Filipinas. Es más resistente que el arábico (de ahí su nombre de «robusta»).

CAFÉ EN INFUSIÓN

La bebida se obtiene por infusión del café molido en agua caliente. Idealmente, para conservar su sabor, el café debe molerse justo antes de la infusión. Por deseo práctico, frecuentemente se comercializa ya molido y al vacío.

CAFÉ DESCAFEINADO

Se obtiene eliminando la cafeína del café. Existen diferentes tratamientos, tanto químicos como físicos, aunque se sabe que los tratamientos químicos causan peores efectos sobre las propiedades organolépticas del producto final.

Un café se considera descafeinado cuando se ha eliminado aproximadamente un 97% de su contenido inicial en cafeína.

TIPOS DE CAFÉ UTILIZADOS EN ESTE PROYECTO

MUESTRAS NESPRESSO

MUESTRA 1: RISTRETTO

Mezcla de Arábicas de América del Sur, como los de Colombia y Brasil, del este de África y un toque de Robusta que, tostados por separado, aportan un sabor intenso y un cuerpo denso. Los granos son tostados con lentitud y separados para darle más aroma.

MUESTRA 2: ARPPEGIO

Puro Arábica de América Central y del Sur muy tostado, con potente carácter y un cuerpo con mucha presencia, realizado por las notas de cacao. Se somete a un tueste sostenido y la finura del molido permite obtener un cuerpo denso.

MUESTRA 3: ROMA

Mezcla equilibrada de Arábicas de América Central y del Sur y de Robusta ligeramente tostado. Se cultiva a gran altitud y un ligero tueste y un molido muy fino revelan toda la finura aromática de la mezcla y permiten obtener un espresso corto pero no demasiado fuerte.

MUESTRA 4: LIVANTO

Puro Arábica de América Central y del Sur, se distingue por una nota tostada y caramelizada. Se realiza con tueste medio que le otorga un aroma caramelizado, complejo y delicado a la vez.

MUESTRA 5: CAPRICCIO

Mezcla de Arábicas de América del Sur y un toque de Robusta. Un tueste ligero de la mezcla desarrolla un perfil intenso y conserva una fina acidez.

MUESTRA 6: VOLLUTO

Puro Arábica de América del Sur ligeramente tostado. Se tuesta ligeramente para conservar el sabor a cereales y la nota afrutada del café colombiano.

MUESTRA 7: COSI

Puro Arábica del este de África y de América Central y del Sur ligeramente tostado. El tueste ligero le da un sabor ácido y un frescor y una ligereza incomparables.

MUESTRA 8: INDRIYA

Unión de un Arábica y un toque de Robusta, ambos procedentes del sur de la India. El Robusta se tuesta a conciencia para que exprese con plenitud su intensidad y desarrolle un cuerpo denso, mientras que el Arábica es más ligero para que suelte todo su aroma. El molido es fino.

MUESTRA 9: ROSABAYA

Mezcla de grandes Arábicas de Colombia, tostados por separado, para desarrollar una fina acidez con notas típicas de frutos rojos que recuerdan en cierto modo al vino.

MUESTRA 10: DULSAO

Puro Arábica de Brasil, es una mezcla de cafés bourbon rojos y amarillos. Se tuestan por separado los granos para aportar redondez y equilibrio, al mismo tiempo le da notas de miel y malta.

MUESTRA 11: DESCAFFEINATO INTESO

Combinación de Arábicas de América del Sur con un toque de Robusta, altamente tostados, revela notas de cacao y de cereales tostados.

MUESTRA 12: LIVANTO CON SABOR ALMENDRA

Las notas de almendra dulce y ligeramente tostadas acentúan la redondez de este café que se derrite en la boca produciendo un sabor a galleta amaretti.

MUESTRA 13: FORTISSIO LUNGO

Compuesto por Arábicas de América Central y del Sur con un toque de Robusta. Se trata de una mezcla fuerte y con un cuerpo y amargor muy presente debido al tueste intenso y por separado.

MUESTRA 14: VIVALTO LUNGO

Mezcla compleja de Arábicas de América del Sur y del este de África, tostado por separado.

MUESTRA 15: FINEZZO LUNGO

Unión delicada de Arábicas del este de África y América Central y del Sur, ligeramente tostado con notas florales que recuerdan al jazmín.

MUESTRA 16: DESCAFFEINATO LUNGO

Mezcla de Arábicas de América del Sur y un toque de Robusta, tostado de un modo lento y continuado.

MUESTRA 17: DESCAFFEINATO

Mezcla de Arábicas de América del Sur, reforzada por un toque de Robusta, ligeramente tostado que le da una nota de frutos rojos.

MUESTRA 18: ONIRIO

Mezcla de Cafés de Etiopía que presenta notas de flores que evocan al jazmín y al azahar.

MUESTRAS DOLCE GUSTO

La plantación de los diferentes cafés de la marca dulce gusto se realiza a más de 1000 metros de altitud.

MUESTRA 19: INTENSO

Café molido de tueste natural con un sabor intenso que otorga una crema perfecta. Se trata de una mezcla de arábicas y robusta.

MUESTRA 20: RISTRETTO

Espresso italiano de intensidad media, de aroma y sabor suave y afrutado. Es una combinación entre arábicas y un toque de robusta.

MUESTRA 21: DESCAFEINADO

Espresso sin cafeína. Se trata de una mezcla de arábicas

MUESTRA 22: LUNGO

Mezcla de arábicas que proporciona un café molido de tueste natural con mucha crema.

Todas las muestras de café utilizadas, tanto las de Nespresso como las de Dolce gusto, han sido preparadas en un volumen aproximado de 40 mL, es decir para el tamaño de un espresso.

OBJETIVOS

- Determinación de la concentración de Zn, Fe y Na en diferentes muestras de café preparadas a partir de cápsulas realizando un estudio tanto en agua destilada como en agua de red con patrones externos.
- Comparación de resultados entre las diferentes variedades y marcas.
- Determinación y comparación de resultados obtenidos mediante adición de patrón para Na.

EXPERIMENTAL

MATERIAL Y REACTIVOS

INSTRUMENTACIÓN

ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA

Para realizar los análisis se ha utilizado el espectrofotómetro de emisión-absorción atómica Perkin-Elmer 2280, que se trata de un espectrofotómetro microprocesador-controlador de absorción y emisión, utilizado para la determinación de metales.

Para cada metal se debe utilizar una lámpara diferente puesto que son específicas para cada uno de ellos. En este caso las lámparas utilizadas han sido las de cátodo hueco de Fe (Perkin Elmer), Zn (SCP science) y Na (Perkin Elmer).



Figura 1. Espectrofotómetro de emisión-absorción atómica Perkin-Elmer 2280

Para la utilización de este espectrofotómetro se deben optimizar las posiciones de la llama y de la lámpara utilizada (altura y profundidad), los caudales de aire y acetileno, y la longitud de onda para obtener la máxima ganancia. Con los parámetros utilizados se regula el cero de absorbancia introduciendo el capilar en la disolución de un blanco y seguidamente se presiona el botón de autozero para que se quede registrado.

BALANZA ANALÍTICA

Para pesar los gramos de LaCl_3 la balanza utilizada es de la marca Startorius y modelo TE214S.

OTRO MATERIAL

- Matraces aforados de: 100; 50; 25 mL
- Vasos de precipitados
- Cuentagotas
- Pipetas: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 10 mL
- Pipeteadores
- Viales de diferentes capacidades para guardar las muestras.

REACTIVOS

- Disolución patrón Zn 1000 mg/L → Nitrato de Zinc en ácido nítrico 0,5 mol/L. De la marca Scharlau CI0126.
- Disolución patrón Fe 1000 mg/L → Nitrato de Fe (III) nanohidratado en ácido nítrico 0,5 mol/L. De la marca Scharlau HIO3020500.
- Disolución patrón Na 1000 mg/L → Nitrato de Sodio en ácido nítrico 0,5 mol/L. De la marca Scharlau SO00050500.
- Lantano → Cloruro de Lantano (III) heptahidratado ($\text{LaCl}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$). De la marca Scharlau LA00900250.

La disolución de lantano se prepara disolviendo 2g de LaCl_3 en 100 mL de agua destilada.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

DETERMINACIÓN DE ZINC

Café preparado con agua destilada

PREPARACIÓN DE LA RECTA DE CALIBRADO

Para que la medida en el espectrofotómetro sea la adecuada se debe preparar una recta de calibrado con 5 disoluciones de concentraciones entre 0,30 y 2,00 mg/L.

Para ello como se tiene una disolución patrón de Zn de 1000 mg/L, lo primero que se debe realizar es obtener una disolución de 50 mg/L. Se introducen 5 mL de la disolución de 1000 mg/L en un matraz de 100 mL y se enrasa con agua destilada.

Esto se debe a $M \cdot V = M \cdot V \rightarrow 1000 \text{ mg/L} \cdot V = 50 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 5 \text{ mL}$

Para obtener las concentraciones desde la disolución de 50 mg/L se realiza lo siguiente,

Concentración 0,3 $\rightarrow 50 \text{ mg/L} \cdot V = 0,3 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 0,6 \text{ mL}$

Concentración 0,5 $\rightarrow 50 \text{ mg/L} \cdot V = 0,5 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 1,0 \text{ mL}$

Concentración 1 $\rightarrow 50 \text{ mg/L} \cdot V = 1 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 2,0 \text{ mL}$

Concentración 1,5 $\rightarrow 50 \text{ mg/L} \cdot V = 1,5 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 3,0 \text{ mL}$

Concentración 2 $\rightarrow 50 \text{ mg/L} \cdot V = 2 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 4,0 \text{ mL}$

En conclusión se pipetearon volúmenes de 0,6; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 mL respectivamente en cada matraz y se enrasaron con agua destilada.

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS

Para obtener la máxima ganancia posible se deben optimizar las posiciones de la llama y de la lámpara utilizada (altura y profundidad), la longitud de onda y los caudales de aire y acetileno. La anchura de la rendija y la intensidad de la lámpara ya vienen fijadas.

Altura del mechero	8 u.a.
Profundidad del mechero	8-9 u.a.
Caudal de aire	30 u.a.
Caudal de acetileno	7-8 u.a.
Longitud de onda	212,7 nm
Intensidad de la lámpara	10 mA
Anchura de la rendija	0,7 nm

Tabla 1. Parámetros instrumentales óptimos para la determinación del Zn

Para cada muestra que se analiza, el espectrofotómetro toma la media aritmética de 4 medidas de absorbancia en un tiempo de 1 segundo cada una de ellas. Para que realice esta medida se introduce la orden en el software tecleando “4”, “AVE”, “1”, “t”.

REPRESENTACIÓN RECTA DE CALIBRADO

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,3	0,016	5,31	0,0008
0,5	0,022	4,36	0,0010
1,0	0,040	2,82	0,0011
1,5	0,064	2,37	0,0015
2,0	0,087	0,79	0,0007

Tabla 2. Datos de la recta de calibrado para el Zn en agua destilada

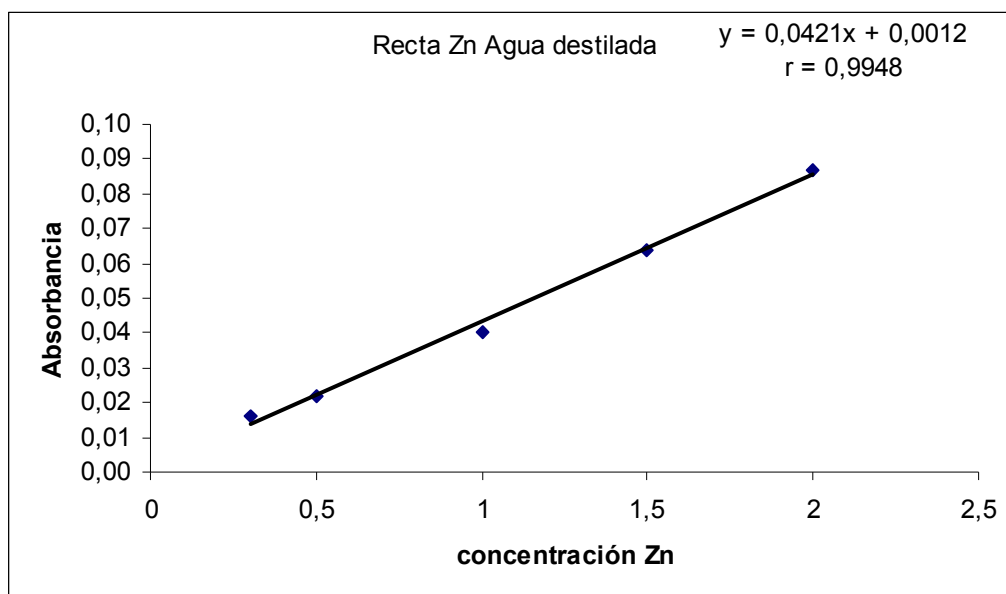


Figura 2. Recta de calibrado del Zn

LÍMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para la determinación del límite de detección y cuantificación se deben realizar en el blanco 10 lecturas para $t = 1$ segundo y calcular la sensibilidad del espectrofotómetro que será la pendiente de la recta de calibrado.

Desviación estándar del blanco = 0,0020

Sensibilidad = 0,0421 L/mg

Límite detección = $3 \times$ desviación estándar blanco / sensibilidad = 0,142 mg/L

Límite cuantificación = $10 \times$ desviación estándar blanco / sensibilidad = 0,475 mg/L

CONTENIDO DE ZINC EN LA MUESTRA

Una vez que se tienen los datos de la recta de calibrado se realizan las siguientes medidas de absorbancia de las diferentes muestras. Con este dato y la recta de calibrado anteriormente calculada se obtiene la concentración de Zn que existe en las muestras.

Para ello de la recta $y = 0,0421x + 0,0012$, se introduce en “y” el valor de absorbancia obtenido y se despeja “x”.

Datos muestras	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar	Concentración (mg/L)
1	0,005	5,51	0,0004	0,090
2	0,014	1,46	0,0002	0,304
3	0,009	1,94	0,0002	0,185
4	0,007	23,76	0,0017	0,138
5	0,011	19,51	0,0021	0,233
6	0,008	19,13	0,0016	0,161
7	0,015	10,09	0,0015	0,328
8	0,007	4,64	0,0003	0,138
9	0,005	15,42	0,0007	0,090
10	0,013	9,68	0,0012	0,280
11	-----	-----	-----	-----
12	-----	-----	-----	-----
13	0,012	14,29	0,0017	0,256
14	0,011	15,37	0,0017	0,233
15	0,006	33,53	0,0006	0,114
19	0,011	17,36	0,0019	0,233
20	0,008	21,86	0,0018	0,161

Tabla 3. Resultados obtenidos de Zn con agua destilada

Todos los valores obtenidos dan por debajo del límite de cuantificación y los valores de las muestras 1, 4, 8, 9, 15 dan por debajo del límite de detección.

Como se puede observar las muestras 11 y 12 no han dado ningún valor de absorbancia.

Café preparado con agua de la red

La preparación de la recta de calibrado para medir las muestras preparadas con agua de la red es la misma que para las preparadas con agua destilada y se midió con los mismos parámetros.

REPRESENTACIÓN RECTA DE CALIBRADO

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,3	0,016	5,86	0,0015
0,5	0,026	4,46	0,0012
1,0	0,055	1,35	0,0007
1,5	0,081	1,47	0,0012
2,0	0,106	1,42	0,0015

Tabla 4. Datos de la recta de calibrado para el Zn en agua de la red

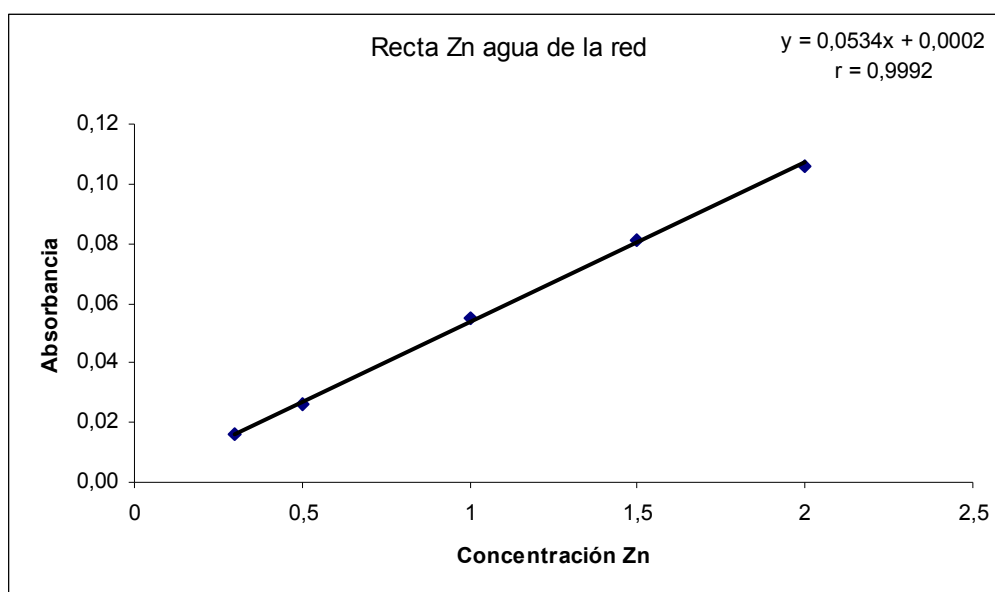


Figura 3. Recta calibrado Zn Con agua de la red

LIMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para la determinación del límite de detección y cuantificación se deben realizar en el blanco 10 lecturas para $t = 1$ segundo y calcular la sensibilidad del espectrofotómetro que será la pendiente de la recta de calibrado.

Desviación estándar del blanco = 0,0006

Sensibilidad = 0,0534 L/mg

Límite de detección = $3 \times$ desviación estándar blanco / sensibilidad = 0,034 mg/L

Límite de cuantificación = $10 \times$ desviación estándar blanco / sensibilidad = 0,112 mg/L

CONTENIDO DE ZINC EN LA MUESTRA

Una vez que se tienen los datos de la recta de calibrado se realizan las siguientes medidas de absorbancia de las diferentes muestras. Con este dato y la recta de calibrado anteriormente calculada se obtiene la concentración de Zn que existe en las muestras.

Para ello de la recta $y = 0,0534 x + 0,0002$, se introduce en "y" el valor de absorbancia obtenido y se despeja "x".

Datos muestras	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar	Concentración (mg/L)
1	0,008	11,95	0,0009	0,146
2	0,011	8,730	0,0009	0,202
3	0,010	16,31	0,0017	0,183
4	0,012	1,310	0,0002	0,221
5	0,007	12,28	0,0009	0,127
6	0,008	15,79	0,0013	0,146
8	0,014	12,32	0,0018	0,258
9	0,016	8,460	0,0013	0,296
10	0,014	4,640	0,0007	0,258
11	0,008	6,850	0,0008	0,146
13	0,011	16,85	0,0017	0,202
14	0,018	4,180	0,0008	0,333
15	0,006	15,66	0,0010	0,109
16	0,004	13,24	0,0005	0,071
17	0,003	34,33	0,0009	0,052
18	0,019	3,670	0,0007	0,352
19	0,003	12,35	0,0004	0,052
20	0,010	7,660	0,0008	0,183
22	0,003	28,28	0,0006	0,052

Tabla 5. Resultados obtenidos en Zn con agua de la red

Como se puede observar con agua de la red todos los valores obtenidos de concentración de Zn en las diferentes muestras dan por encima del límite de detección. Por debajo del límite de cuantificación solo dan la 15, 16, 17, 19 y 22.

Las muestras 7, 12 y 21 no salen en la tabla puesto que no se realizaron medidas por la ausencia de muestra.

DETERMINACIÓN DE HIERRO

PREPARACIÓN DE LA RECTA DE CALIBRADO

Para que la medida en el espectrofotómetro sea la adecuada se debe preparar una recta de calibrado con 5 disoluciones de concentraciones entre 1 y 5 mg/L.

Para ello como se tiene una disolución patrón de Fe de 1000 mg/L, lo primero que se debe realizar es obtener una disolución de 100 mg/L. Se introducen 10 mL de la disolución de 1000 mg/L en un matraz de 100 mL y se enrasa con agua destilada.

$$\text{Esto se debe a } M \cdot V = M \cdot V \rightarrow 1000 \text{ mg/L} \cdot V = 100 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 10 \text{ mL}$$

Para obtener las concentraciones desde la disolución de 100 mg/L se realiza lo siguiente,

$$\text{Concentración 1} \rightarrow 100 \text{ mg/L} \cdot V = 1 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 1 \text{ mL}$$

$$\text{Concentración 2} \rightarrow 100 \text{ mg/L} \cdot V = 2 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 2 \text{ mL}$$

$$\text{Concentración 3} \rightarrow 100 \text{ mg/L} \cdot V = 3 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 3 \text{ mL}$$

$$\text{Concentración 4} \rightarrow 100 \text{ mg/L} \cdot V = 4 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 4 \text{ mL}$$

$$\text{Concentración 5} \rightarrow 100 \text{ mg/L} \cdot V = 5 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 5 \text{ mL}$$

En conclusión se cogen volúmenes 1; 2; 3; 4; 5 mL respectivamente en cada matraz y se enrasa con agua destilada.

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS

Para obtener la máxima ganancia posible se deben optimizar las posiciones de la llama y de la lámpara utilizada (altura y profundidad), los caudales de aire y acetileno y la longitud de onda, la anchura de la rendija y la intensidad de la lámpara ya vienen fijadas.

Altura del mechero	6 u.a.
Profundidad del mechero	8-9 u.a.
Caudal de aire	40 u.a.
Caudal de acetileno	22 u.a.
Longitud de onda	248,3 nm
Intensidad de la lámpara	20 mA
Anchura de la rendija	0,2 nm

Tabla 6. Parámetros instrumentales óptimos para la determinación del Fe

Para cada muestra que se analiza, el espectrofotómetro toma la media aritmética de 4 medidas de absorbancia en un tiempo de 1 segundo cada una de ellas. Para que realice esta medida se introduce la orden en el software tecleando "4", "AVE", "1", "t".

REPRESENTACIÓN RECTA DE CALIBRADO

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
1	0,005	17,43	0,0008
2	0,009	5,080	0,0005
3	0,013	3,530	0,0005
4	0,018	2,670	0,0005
5	0,022	0,180	0,0000

Tabla 7. Datos de la recta de calibrado para la determinación del Fe

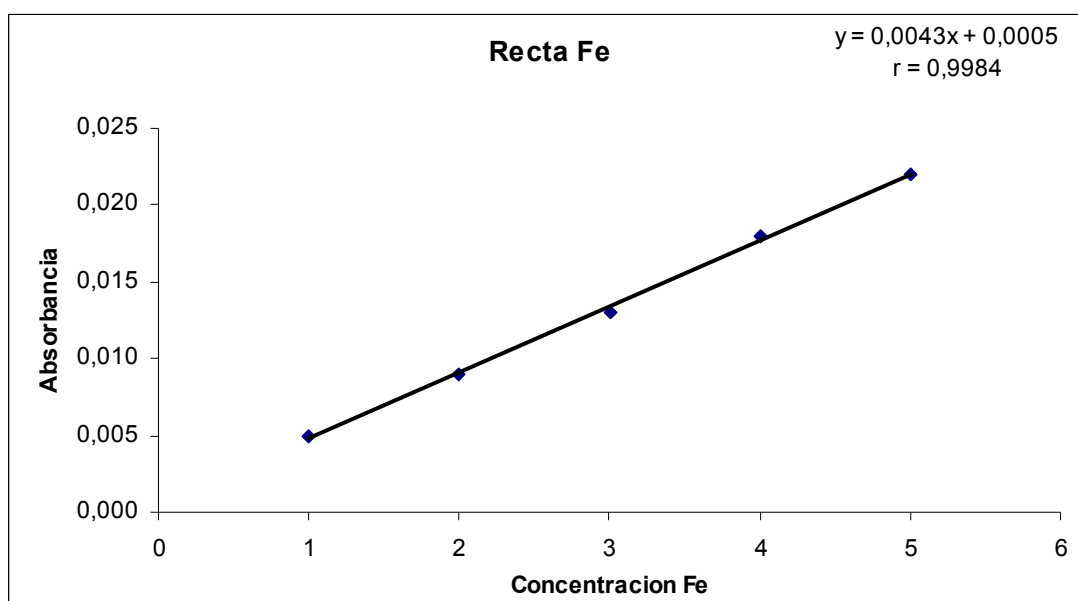


Figura 4. Recta calibrado del Fe

LÍMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para la determinación del límite de detección y cuantificación se deben realizar en el blanco 10 lecturas para $t = 1$ segundo y calcular la sensibilidad del espectrofotómetro que será la pendiente de la recta de calibrado.

Desviación estándar del blanco = 0,0004

Sensibilidad = 0,0043 L/mg

Limite detección = $3 \times \text{desviación estándar blanco} / \text{sensibilidad} = 0,279 \text{ mg/L}$

Limite cuantificación = $10 \times \text{desviación estándar blanco} / \text{sensibilidad} = 0,930 \text{ mg/L}$

CONTENIDO DE Fe EN LA MUESTRA

Una vez que se tienen los datos de la recta de calibrado se realizan las siguientes medidas de absorbancia de las diferentes muestras. Con este dato y la recta de calibrado anteriormente calculada se obtiene la concentración de Fe que existe en las muestras.

Para ello de la recta $y = 0,0043x + 0,0005$, se introduce en “y” el valor de absorbancia obtenido y se despeja “x”.

Datos muestras	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar	Concentración (mg/L)
1	0,004	15,64	0,0006	0,814
2	0,004	9,930	0,0004	0,814
3	0,003	13,62	0,0004	0,581
4	0,002	18,40	0,0004	0,349
5	0,003	9,770	0,0003	0,581
6	0,003	13,82	0,0004	0,581
7	0,003	14,58	0,0004	0,581
8	0,003	2,710	0,0001	0,581
9	0,004	8,170	0,0003	0,814
10	0,002	16,52	0,0004	0,349
11	0,002	23,02	0,0005	0,349
12	0,002	11,13	0,0002	0,349
13	0,003	21,72	0,0007	0,581
14	0,001	5,340	0,0001	0,116
15	0,003	3,200	0,0001	0,581
19	0,004	9,380	0,0004	0,814
20	0,003	26,33	0,0007	0,581

Tabla 8. Resultados concentración de Fe

Todos los resultados salen por encima del límite de detección exceptuando la muestra 14, pero todas las concentraciones dan por debajo del límite de cuantificación.

DETERMINACIÓN DE SODIO

Café preparado con agua destilada

MUESTRAS DE LA 1-15 DE NESPRESSO; MUESTRAS 19 Y 20 DE DOLCE GUSTO

PREPARACIÓN DE LA RECTA DE CALIBRADO

Para que la medida en el espectrofotómetro sea la adecuada se debe preparar una recta de calibrado con 5 disoluciones de concentraciones entre 0,2 y 1 mg/L.

Para ello como se tiene una disolución patrón de Na de 1000 mg/L, lo primero que se debe realizar es obtener una disolución de 10 mg/L. Se introducen 1 mL de la disolución de 1000 mg/L en un matraz de 100 mL y se enrasa con agua destilada.

Esto se debe a $M \cdot V = M \cdot V \rightarrow 1000 \text{ mg/L} \cdot V = 10 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 1 \text{ mL}$

Para obtener las concentraciones desde la disolución de 100 mg/L se realiza lo siguiente,

Concentración 0,2 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,2 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 1 \text{ mL}$

Concentración 0,4 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,4 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 2 \text{ mL}$

Concentración 0,6 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,6 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 3 \text{ mL}$

Concentración 0,8 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,8 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 4 \text{ mL}$

Concentración 1 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 1 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 5 \text{ mL}$

En conclusión se cogen volúmenes 1; 2; 3; 4; 5 mL respectivamente en cada matraz y se enrasa con agua destilada.

En este caso se añade cloruro de lantano.

En cada matraz se añaden 5 mL de la disolución de Cloruro de lantano anteriormente preparada.

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS

Para obtener la máxima ganancia posible se deben optimizar las posiciones de la llama y de la lámpara utilizada (altura y profundidad), la longitud de onda y los caudales de aire y acetileno. La anchura de la rendija y la intensidad de la lámpara ya vienen fijadas.

Altura del mechero	8 u.a.
Profundidad del mechero	7-8 u.a.
Caudal de aire	50-55 u.a.
Caudal de acetileno	10-15 u.a.
Longitud de onda	587,8 nm
Intensidad de la lámpara	12 mA
Anchura del mechero	0,2 nm

Tabla 9. Parámetros instrumentales óptimos para la determinación del Na

Para cada muestra que se analiza, el espectrofotómetro toma la media aritmética de 4 medidas de absorbancia en un tiempo de 1 segundo cada una de ellas. Para que realice esta medida se introduce la orden en el software tecleando "4", "AVE", "1", "t".

REPRESENTACIÓN RECTA DE CALIBRADO

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,2	0,035	1,62	0,0006
0,4	0,058	0,82	0,0005
0,6	0,092	0,65	0,0006
0,8	0,116	0,56	0,0007
1,0	0,152	0,26	0,0004

Tabla 10. Datos de la recta de calibrado para la determinación del Na.

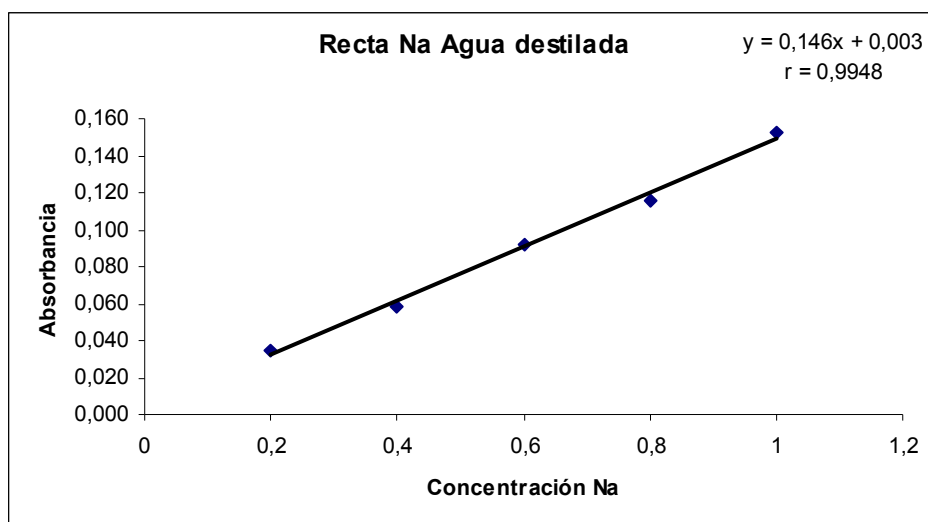


Figura 5. Recta Calibrado de la determinación del Na en agua destilada.

LÍMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para la determinación del límite de detección y cuantificación se deben realizar en el blanco 10 lecturas para $t = 1$ segundo y calcular la sensibilidad del espectrofotómetro que será la pendiente de la recta de calibrado.

Desviación estándar del blanco = 0,0004

Sensibilidad = 0,146

Límite detección = $3 \times$ desviación estándar blanco / sensibilidad = 0,008 mg/L

Limite cuantificación = $10 \times \text{desviación estándar blanco} / \text{sensibilidad} = 0,027 \text{ mg/L}$

CONTENIDO DE Na EN LA MUESTRA

Una vez que se tienen los datos de la recta de calibrado se realizan las siguientes medidas de absorbancia de las diferentes muestras. Con este dato y la recta de calibrado anteriormente calculada se obtiene la concentración de Zn que existe en las muestras.

Para ello de la recta $y = 0,146x + 0,003$, se introduce en “y” el valor de absorbancia obtenido y se despeja “x”.

Para poder ver el valor de absorbancia de las diferentes muestras se deben diluir algunas a la mitad y otras a 2 mL en matraces de 25 mL.

Datos muestras	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar	Dilución	Concentración (mg/L)
1	0,123	0,51	0,0006	2	1,644
2	0,053	0,42	0,0014	25/2	4,281
3	0,064	0,71	0,0005	25/2	5,223
4	0,127	0,25	0,0003	2	1,699
5	0,023	1,00	0,0002	25/2	1,712
6	0,046	1,16	0,0005	25/2	3,681
7	0,089	4,13	0,0037	2	1,178
8	0,076	0,43	0,0003	25/2	6,250
9	0,054	1,17	0,0006	25/2	4,366
10	0,101	0,34	0,0004	25/2	8,390
11	0,078	0,96	0,0008	25/2	6,421
12	0,087	0,81	0,0007	25/2	7,192
13	0,065	0,34	0,0002	25/2	5,308
14	0,060	0,92	0,0006	25/2	4,880
15	0,098	0,89	0,0009	25/2	8,133
19	0,107	0,79	0,0008	25/2	8,904
20	0,049	0,99	0,0005	25/2	3,938

Tabla 11. Resultados concentración de Na.

MUESTRAS 16, 17, 18 DE NESPRESSO Y MUESTRAS 21, 22 DE DOLCE GUSTO

PREPARACIÓN DE LA RECTA DE CALIBRADO

Para que la medida en el espectrofotómetro sea la adecuada se debe preparar una recta de calibrado con 5 disoluciones de concentraciones entre 0,2 y 1,0 mg/L.

Para ello como se tiene una disolución patrón de Na de 1000 mg/L, lo primero que se debe realizar es obtener una disolución de 10 mg/L. Se introducen 1 mL de la disolución de 1000 mg/L en un matraz de 100 mL y se enrasa con agua destilada.

Esto se debe a $M \cdot V = M \cdot V \rightarrow 1000 \text{ mg/L} \cdot V = 10 \text{ mg/L} \cdot 100 \text{ mL} \rightarrow V = 1 \text{ mL}$

Para obtener las concentraciones desde la disolución de 100 mg/L se realiza lo siguiente,

Concentración 0,2 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,2 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 1 \text{ mL}$

Concentración 0,4 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,4 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 2 \text{ mL}$

Concentración 0,6 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,6 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 3 \text{ mL}$

Concentración 0,8 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 0,8 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 4 \text{ mL}$

Concentración 1,0 $\rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 1,0 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 5 \text{ mL}$

En conclusión se cogen volúmenes 1; 2; 3; 4; 5 mL respectivamente en cada matraz y se enrasa con agua destilada.

En este caso se añade cloruro de lantano.

En cada matraz se añaden 5 mL de la disolución de Cloruro de lantano anteriormente preparada.

OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS

La optimización de parámetros es la misma que para las anteriores muestras, cambiando únicamente la profundidad del mechero que en este caso será de 8,5 u.a.

REPRESENTACIÓN RECTA DE CALIBRADO

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,2	0,021	1,62	0,0006
0,4	0,042	0,82	0,0005
0,6	0,065	0,65	0,0006
0,8	0,091	0,56	0,0007
1,0	0,113	0,65	0,0006

Tabla 12. Datos de la recta de calibrado para la determinación del Na.

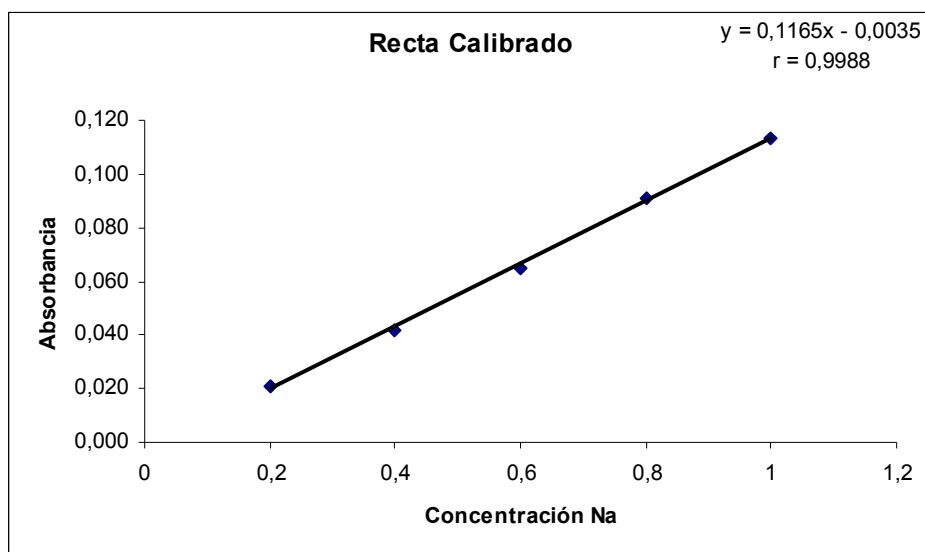


Figura 6. Recta Calibrado de la determinación del Na.

LÍMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para la determinación del límite de detección y cuantificación se deben realizar en el blanco 10 lecturas para $t = 1$ segundo y calcular la sensibilidad del espectrofotómetro que será la pendiente de la recta de calibrado.

Desviación estándar del blanco = 0,0004

Sensibilidad = 0,1165 L/mg

Limite detección = $3 \times \text{desviación estándar blanco} / \text{sensibilidad} = 0,010 \text{ mg/L}$

Limite cuantificación = $10 \times \text{desviación estándar blanco} / \text{sensibilidad} = 0,034 \text{ mg/L}$

CONTENIDO DE Na EN LA MUESTRA

Una vez que se tienen los datos de la recta de calibrado se realizan las siguientes medidas de absorbancia de las diferentes muestras. Con este dato y la recta de calibrado anteriormente calculada se obtiene la concentración de Na que existe en las muestras.

Para ello de la recta $y = 0,1165x - 0,0035$, se introduce en “y” el valor de absorbancia obtenido y se despeja “x”.

Las muestras en este caso han sido diluidas 2 mL en matraces de 25 mL.

Datos muestras	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar	Dilución	Concentración (mg/L)
16	0,033	3,2	0,0011	25/2	3,916
17	0,050	1,82	0,0009	25/2	5,740
18	0,043	3,98	0,0017	25/2	4,989
21	0,048	1,26	0,0006	25/2	5,526
22	0,061	1,01	0,0006	25/2	6,921

Tabla 13. Resultados concentración de Na.

Café preparado con agua de la red

La preparación de la recta de calibrado se realiza igual que para el agua destilada exceptuando que en vez de realizar 5 disoluciones se han realizado 6.

Concentración $1,2 \rightarrow 10 \text{ mg/L} \cdot V = 1,2 \text{ mg/L} \cdot 50 \text{ mL} \rightarrow V = 6 \text{ mL}$

La optimización de parámetros es la misma que para el agua destilada anteriormente citada.

REPRESENTACIÓN RECTA DE CALIBRADO

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,2	0,014	5,83	0,0008
0,4	0,035	3,36	0,0012
0,6	0,061	1,12	0,0007
0,8	0,079	1,17	0,0009
1,0	0,092	0,35	0,0004
1,2	0,119	0,79	0,0009

Tabla 14. Datos de la recta de calibrado para la determinación del Na

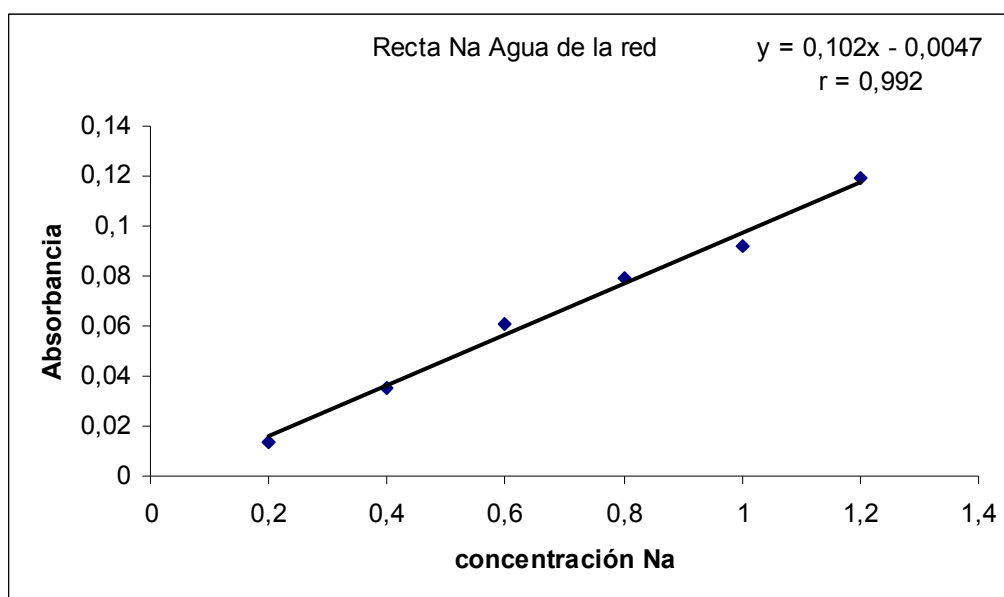


Figura 7. Recta Calibrado Na agua de la red

LÍMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Para la determinación del límite de detección y cuantificación se deben realizar en el blanco 10 lecturas para $t = 1$ segundo y calcular la sensibilidad del espectrofotómetro que será la pendiente de la recta de calibrado.

Desviación estándar del blanco = 0,0005

Sensibilidad = 0,102 L/mg

Limite detección = 3 x desviación estándar blanco / sensibilidad = 0,015 mg/L

Limite cuantificación = 10 x desviación estándar blanco / sensibilidad = 0,049 mg/L

CONTENIDO DE Na EN LA MUESTRA

Una vez que se tienen los datos de la recta de calibrado se realizan las siguientes medidas de absorbancia de las diferentes muestras. Con este dato y la recta de calibrado anteriormente calculada se obtiene la concentración de Na que existe en las muestras.

Para ello de la recta $y = 0,102x - 0,0047$, se introduce en "y" el valor de absorbancia obtenido y se despeja "x".

Datos muestras	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar	Dilución	Concentración (mg/L)
1	0,048	1,32	0,0006	25/2	5,306
2	0,074	1,70	0,0013	25/2	8,493
3	0,074	0,47	0,0004	25/2	8,493
4	0,080	1,25	0,001	25/2	9,228
5	0,087	0,82	0,0007	25/2	10,08
6	0,072	1,62	0,0012	25/2	8,247
8	0,106	0,35	0,0003	25/2	12,41
9	0,097	0,65	0,0006	25/2	11,31
10	0,090	1,31	0,0012	25/2	10,45
11	0,077	1,95	0,0015	25/2	8,860
13	0,072	0,65	0,0005	25/2	8,247
14	0,109	0,41	0,0005	25/2	12,78
15	0,077	1,17	0,0009	25/2	8,860
16	0,055	1,77	0,0015	25/2	6,164
17	0,102	0,89	0,0009	25/2	11,92
18	0,114	0,95	0,0011	25/2	13,39
19	0,063	1,80	0,0011	25/2	7,144
20	0,072	1,22	0,0009	25/2	8,247
21	0,067	1,02	0,0007	25/2	7,635

Tabla 15. Resultados concentración de sodio en agua de la red

Todas las concentraciones dan por encima tanto del límite de detección como del límite de cuantificación.

Las muestras 7 y 12 no salen en la tabla puesto que no se realizaron medidas por la ausencia de muestra.

ADICIÓN DE PATRÓN DE SODIO

Para la adición de patrón se han cogido 5 matraces de 50 mL, en los cuales se han ido introduciendo 5 mL de Cloruro de Lantano, un 1 mL de las diferentes muestras y una adición de 0, 1, 2, 3, 4 mL respectivamente de la disolución patrón de sodio de 10 mg/L para conseguir de esta manera diferentes concentraciones adicionales. En algunos casos los matraces eran de 25 mL para hacer la muestra menos diluida.

MUESTRA 1

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,024	1,66	0,0004
0,2	0,030	0,36	0,0001
0,4	0,094	0,49	0,0005
0,6	0,105	0,68	0,0007
0,8	0,125	0,23	0,0003

Tabla 16. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 1.

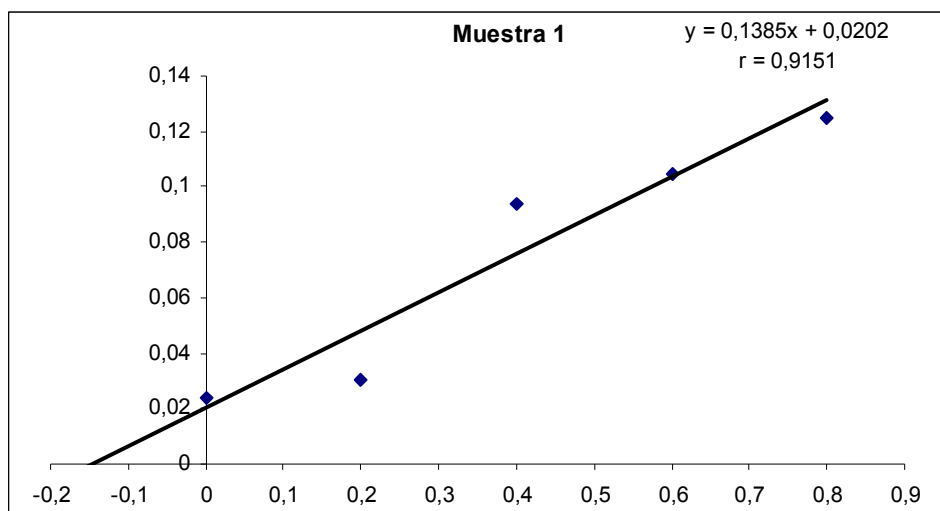


Figura 8. Calibración por adición de patrón de Na muestra 1.

RESULTADO CONCENTRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRON 1

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,146 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 7,292 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Se repitió para mejorar la linealidad.

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	-----	-----	-----
0,2	0,035	3,03	0,0011
0,4	0,043	2,67	0,0011
0,6	0,079	1,76	0,0014
0,8	0,093	2,70	0,0025

Tabla 17. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 1.

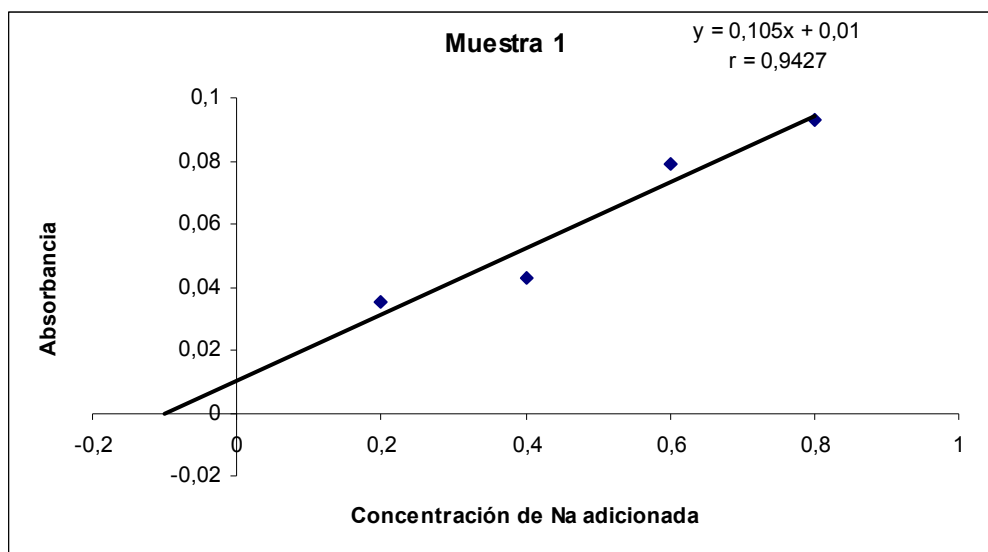


Figura 9. Calibración por adición de patrón de Na muestra 1

RESULTADO CONCENTRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRON 2

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0952 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 4,760 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 3

Como la linealidad conseguida tampoco fue muy buena, se volvió a repetir pero esta vez menos diluida.

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,008	6,22	0,0005
0,2	0,043	3,15	0,0014
0,4	0,068	3,71	0,0025
0,6	0,091	1,79	0,0016
0,8	0,113	0,65	0,0007

Tabla 18. Datos calibración por adición patrón de Na muestra 1.

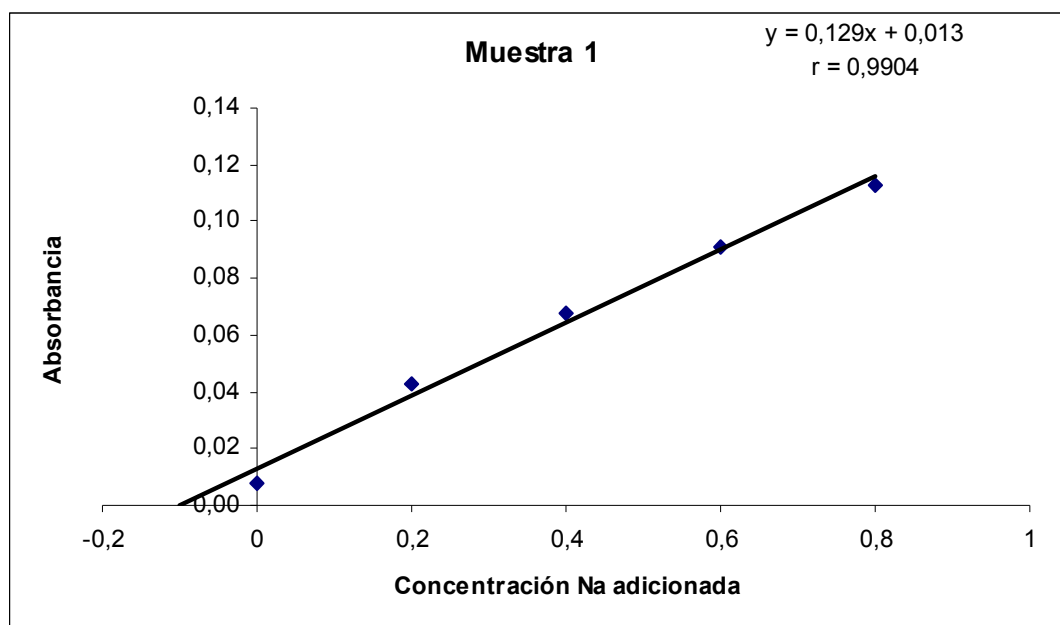


Figura 10. Calibración por adición de patrón de Na muestra 1.

RESULTADO CONCENTRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 3

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1007 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 25 mL el resultado final será 2,519 mg/L.

MUESTRA 2

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,030	2,26	0,0007
0,2	0,049	1,96	0,0010
0,4	0,055	1,35	0,0007
0,6	0,084	0,60	0,0005
0,8	0,104	0,46	0,0005

Tabla 19. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 2.

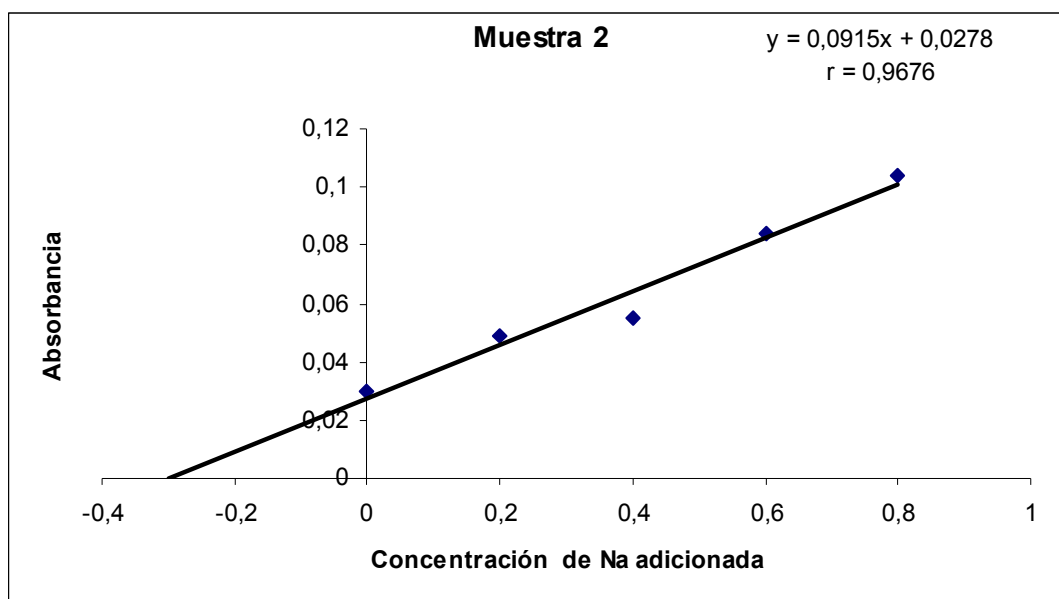


Figura 11. Calibración por adición de patrón de Na muestra 2.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,3038 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 15,19 mg/L.

MUESTRA 3

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,014	2,70	0,0004
0,2	0,037	1,56	0,0006
0,4	0,053	0,98	0,0005
0,6	0,084	0,99	0,0008
0,8	0,098	0,16	0,0002

Tabla 20. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 3.

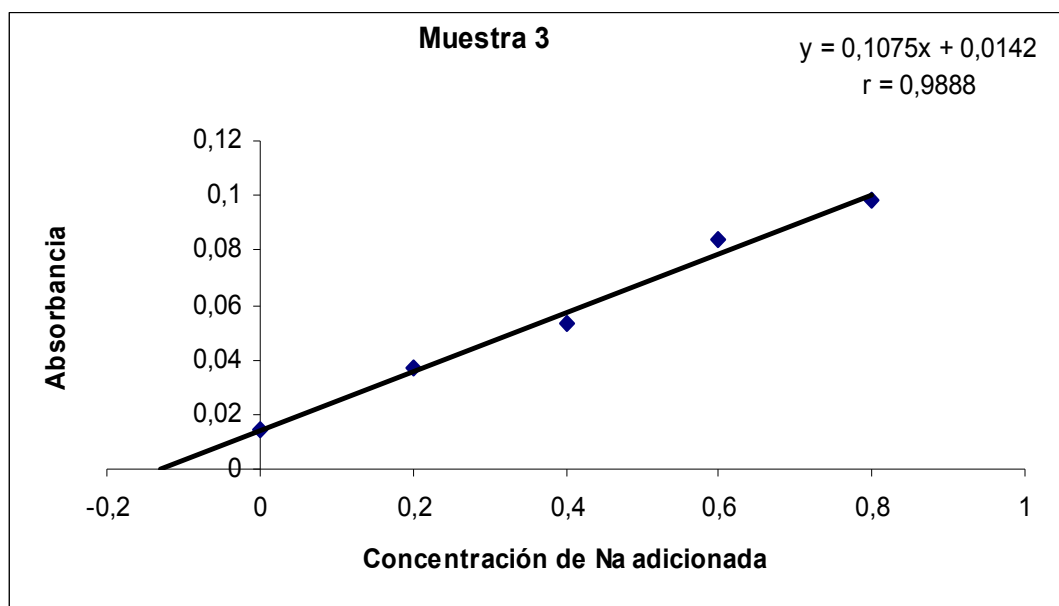


Figura 12. Calibración por adición de Na muestra 3.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1321 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 6,605 mg/L.

MUESTRA 4

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,012	3,21	0,0004
0,2	0,036	2,01	0,0007
0,4	0,048	1,00	0,0005
0,6	0,072	0,85	0,0006
0,8	0,088	1,01	0,0009

Tabla 21. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 4.

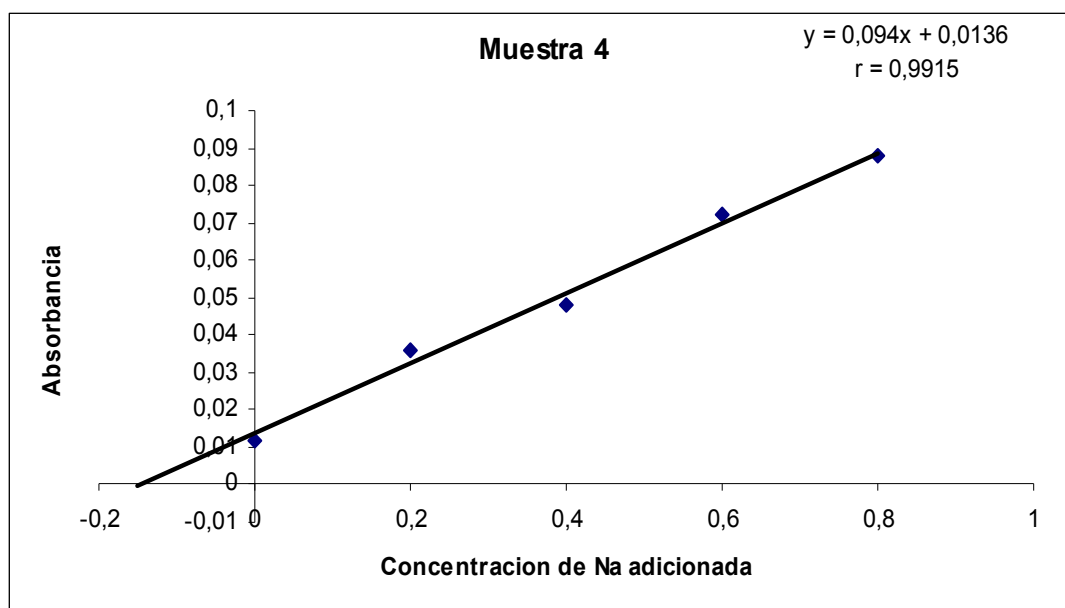


Figura 13. Calibración por adición de patrón de Na muestra 4.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1447 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 7,235 mg/L.

MUESTRA 5

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,016	2,07	0,0003
0,2	0,035	0,57	0,0002
0,4	0,077	1,15	0,0009
0,6	0,095	1,83	0,0017
0,8	0,129	1,69	0,0022

Tabla 22. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 5.

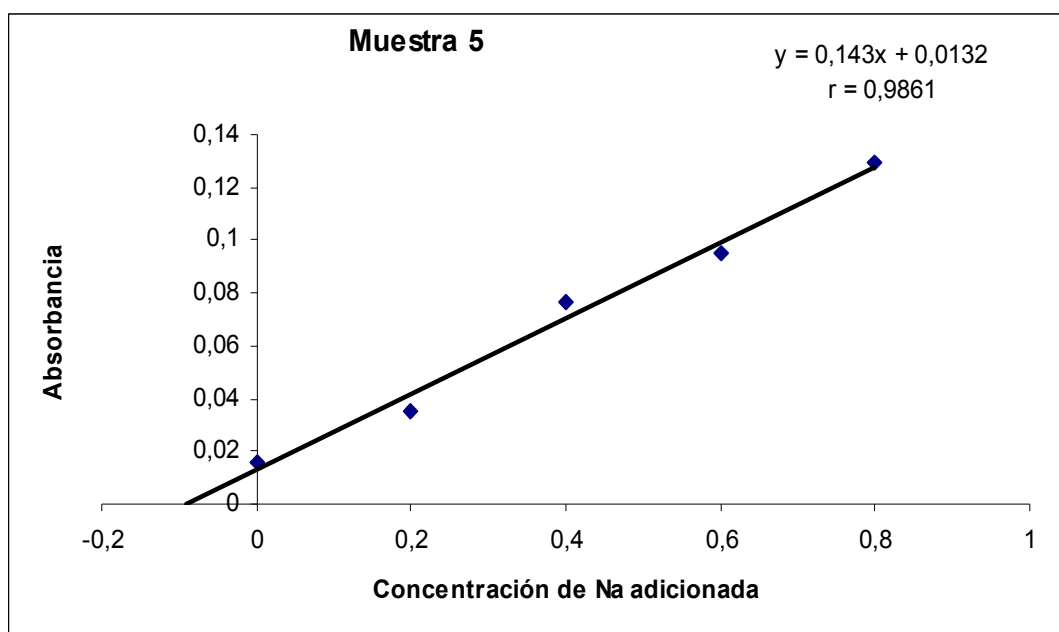


Figura 14. Calibración por adición de patrón de Na muestra 5

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0923 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 4,615 mg/L.

MUESTRA 6

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,007	8,19	0,0006
0,2	0,029	1,75	0,0005
0,4	0,067	2,57	0,0017
0,6	0,082	2,65	0,0022
0,8	0,117	0,67	0,0008

Tabla 23. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 6.

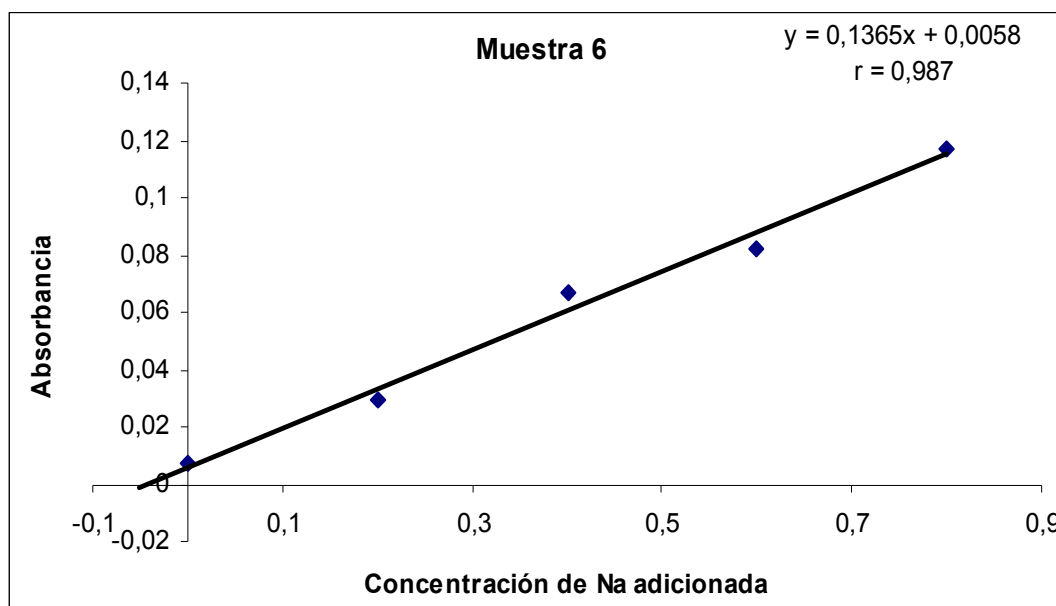


Figura 15. Calibración por adición de patrón de Na muestra 6

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0425 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 2,125 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Al obtener un valor de absorbancia muy bajo para el primer punto, se llevo a cabo otra adición con una dilución menor.

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,019	2,33	0,0004
0,2	0,040	2,43	0,001
0,4	0,062	1,70	0,0011
0,6	0,081	2,17	0,0018
0,8	0,103	0,66	0,0007

Tabla 24. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 6.

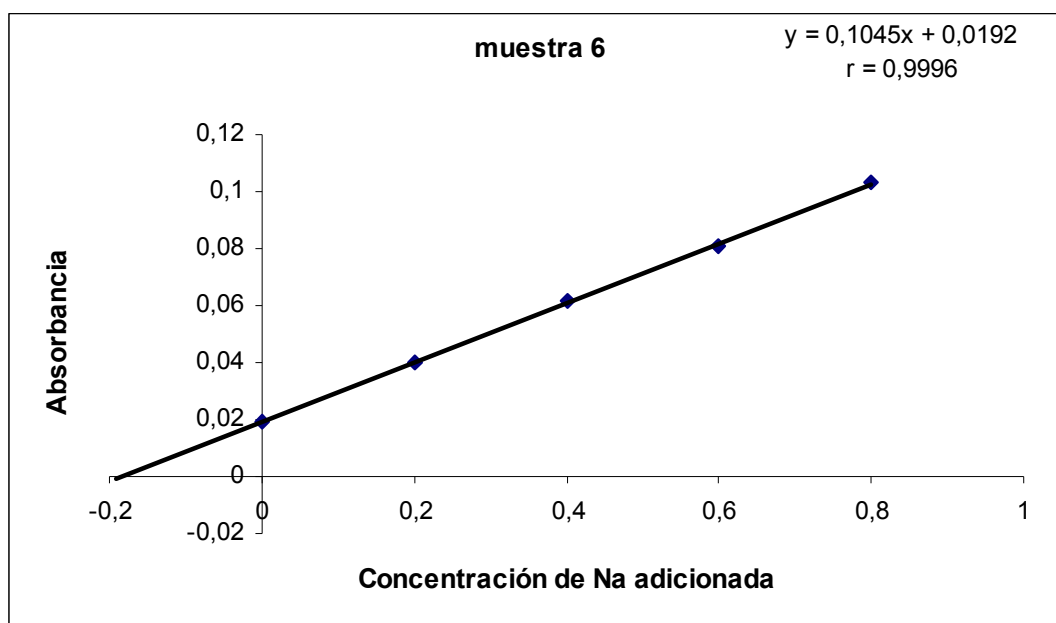


Figura 16. Calibración por adición de patrón Na muestra 6

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1837 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 25 mL el resultado final será 4,593 mg/L.

MUESTRA 7

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,014	10,16	0,0015
0,2	0,051	2,160	0,0011
0,4	0,063	0,980	0,0006
0,6	0,091	0,410	0,0004
0,8	0,105	1,350	0,0014

Tabla 25. Datos calibración por adición de Na muestra 7.

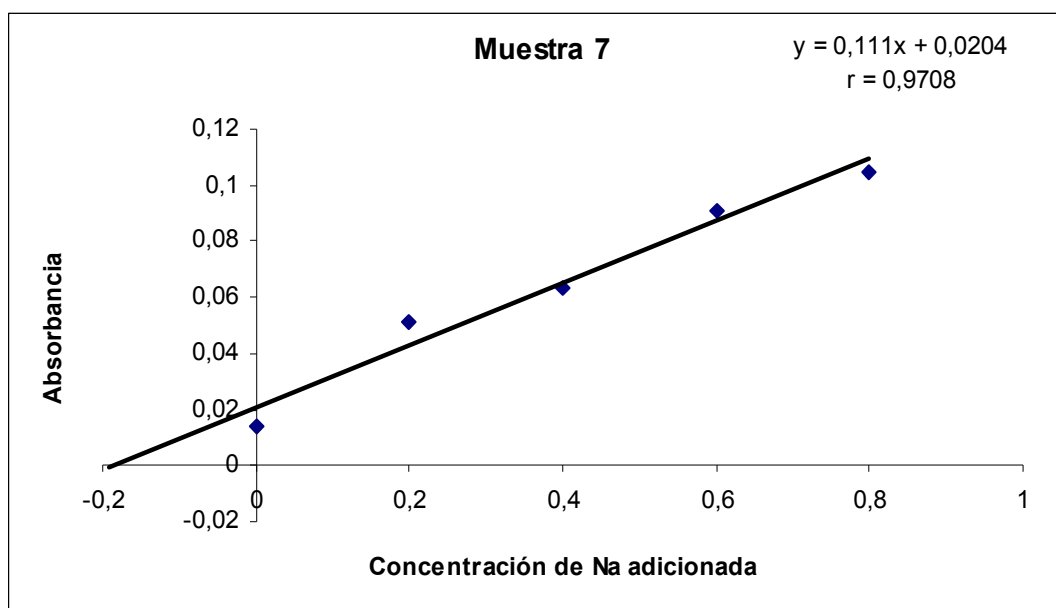


Figura 17. Calibración por adición de patrón de Na muestra 7

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1837 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 9,189 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Se repitió por mejorar la linealidad de la primera calibración.

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,004	6,04	0,0002
0,2	0,028	1,67	0,0005
0,4	0,052	0,48	0,0003
0,6	0,072	1,07	0,0008
0,8	0,089	1,35	0,0012

Tabla 26. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 7.

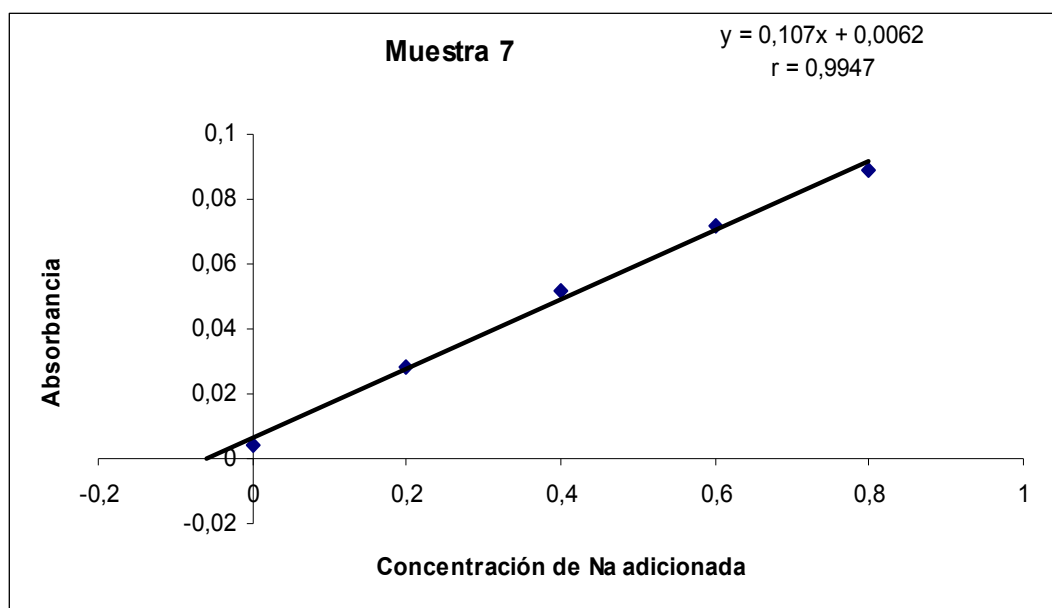


Figura 18. Calibración por adición de patrón de Na muestra 7

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0579 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 2,896 mg/L.

MUESTRA 8

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,029	3,09	0,0009
0,2	0,045	3,22	0,0014
0,4	0,080	0,97	0,0008
0,6	0,097	1,95	0,0019
0,8	0,128	0,99	0,0013

Tabla 27. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 8.

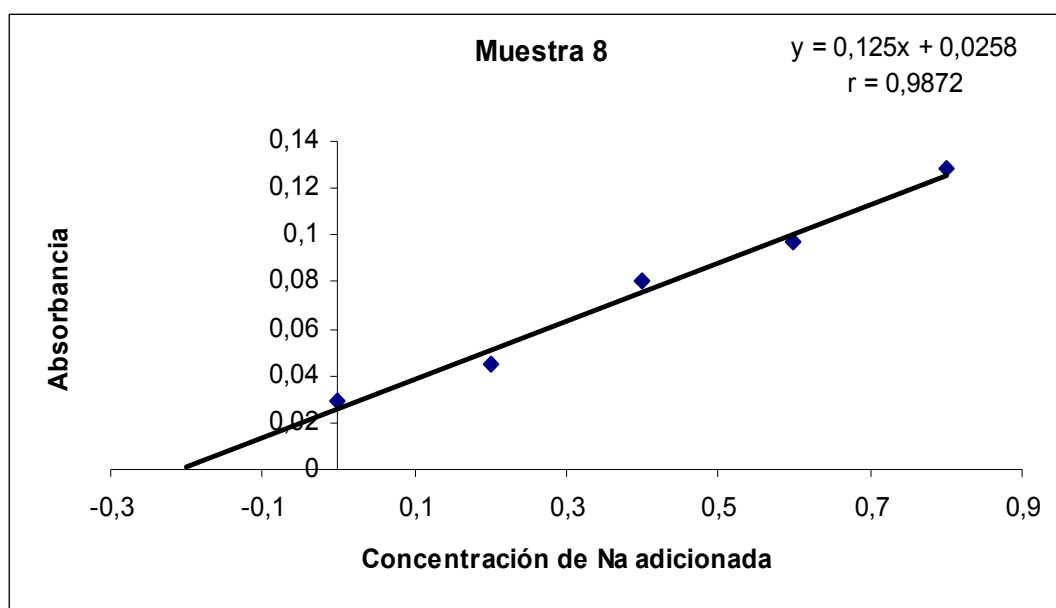


Figura 19. Calibración por adición de patrón de Na muestra 8

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,2064 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 10,32 mg/L.

MUESTRA 9

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,019	2,29	0,0004
0,2	0,032	5,53	0,0018
0,4	0,067	1,11	0,001
0,6	0,091	0,96	0,0006
0,8	0,112	0,64	0,0007

Tabla 28. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 9.

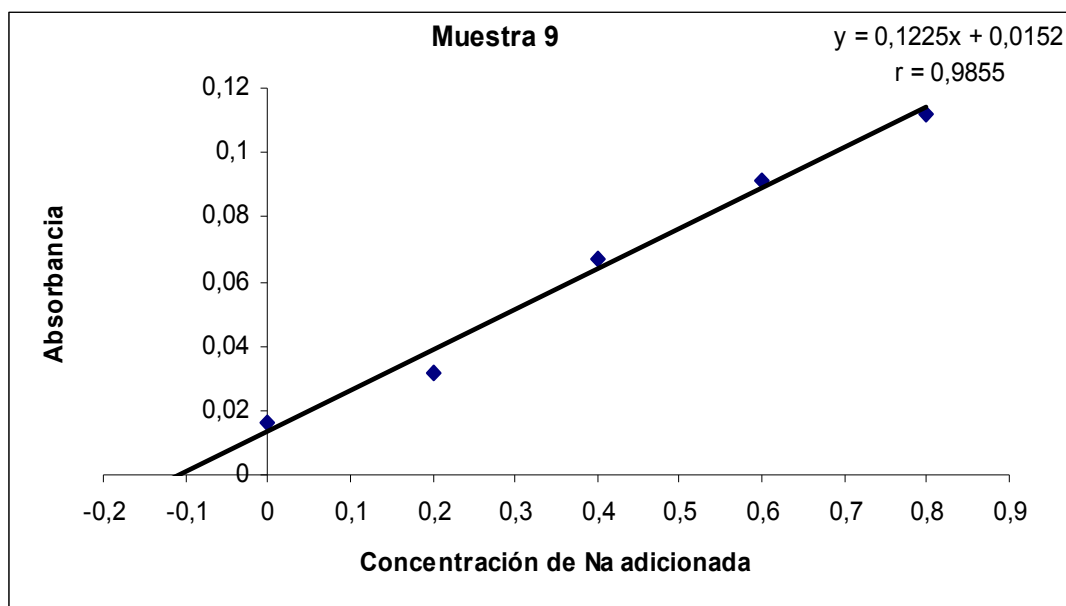


Figura 20. Calibración por adición de patrón de Na muestra 9.

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1241 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 25 mL el resultado final será 3,102 mg/L.

Quitamos el punto de concentración 0,2 mg/L para mejorar la linealidad.

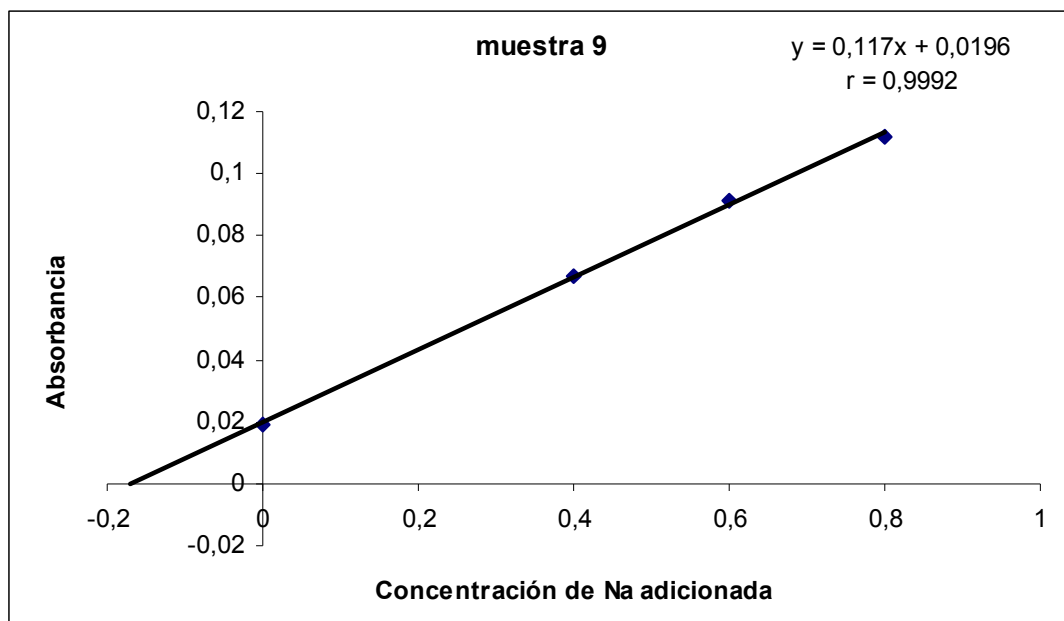


Figura 21. Calibración por adición de patrón de Na muestra 9.

RESULTADO CONCENTRACIÓN QUITANDO EL PUNTO

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1675 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 25 mL el resultado final será 4,188 mg/L.

MUESTRA 10

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,015	3,67	0,0005
0,2	0,034	1,81	0,0006
0,4	0,043	2,41	0,0010
0,6	0,061	2,78	0,0017
0,8	0,075	1,01	0,0008

Tabla 29. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 10.

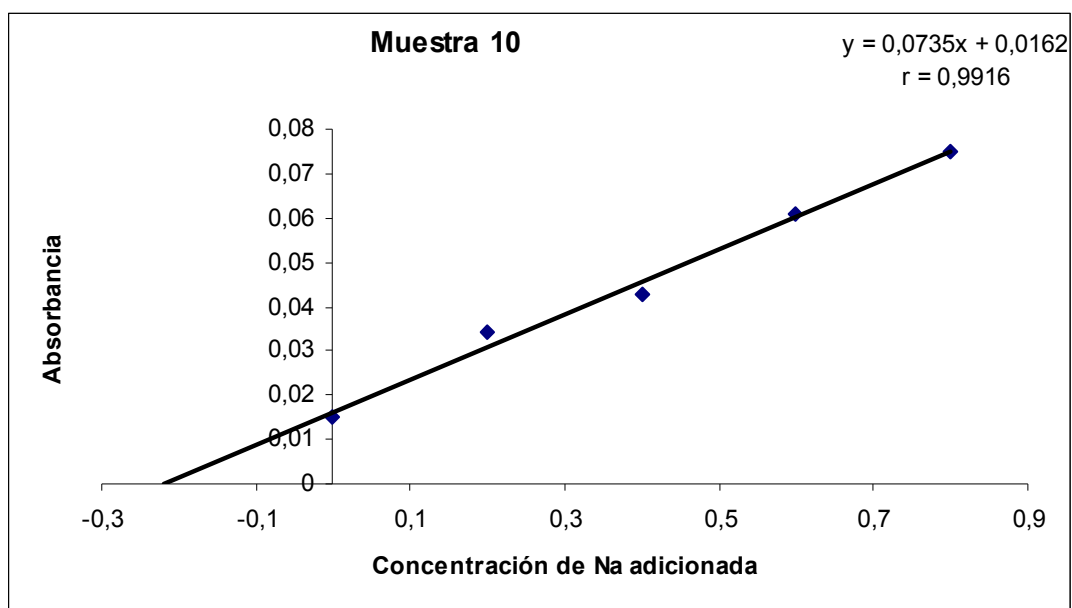


Figura 22. Calibración por adición de patrón de Na muestra 10.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,2204 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 11,02 mg/L.

MUESTRA 11

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,006	10,2	0,0006
0,2	0,031	2,59	0,0008
0,4	0,042	2,41	0,0010
0,6	0,069	0,63	0,0004
0,8	0,079	0,89	0,0007

Tabla 30. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 11.

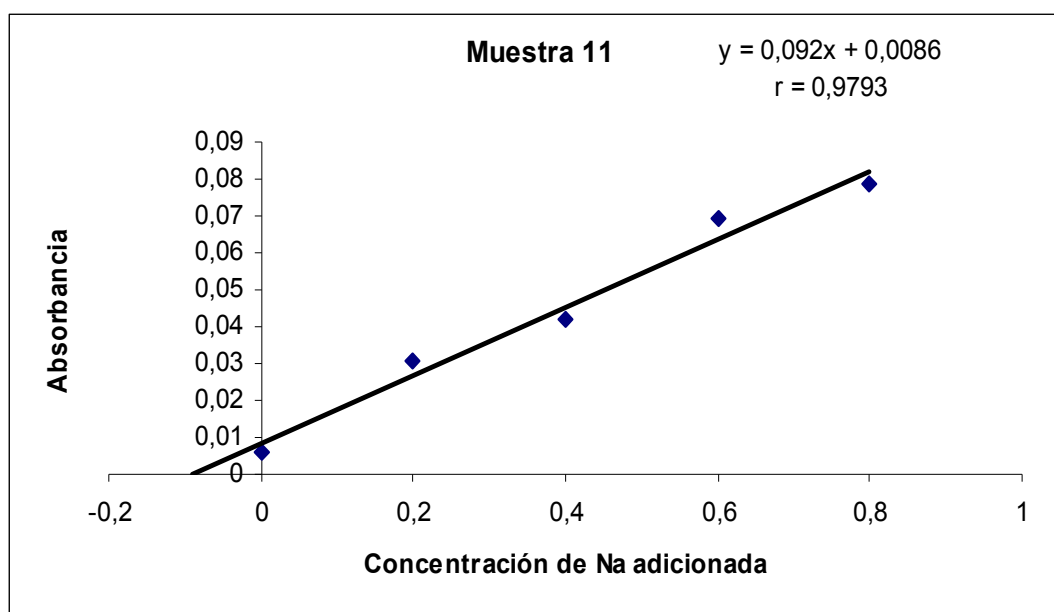


Figura 23. Calibración por adición de patrón de Na muestra 11.

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0935 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 4,674 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente de Varianza	Desviación estándar
0,0	0,013	3,79	0,0005
0,2	0,036	2,00	0,0007
0,4	0,058	0,54	0,0003
0,6	0,097	1,25	0,0012
0,8	0,099	0,81	0,0008

Tabla 31. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 11.

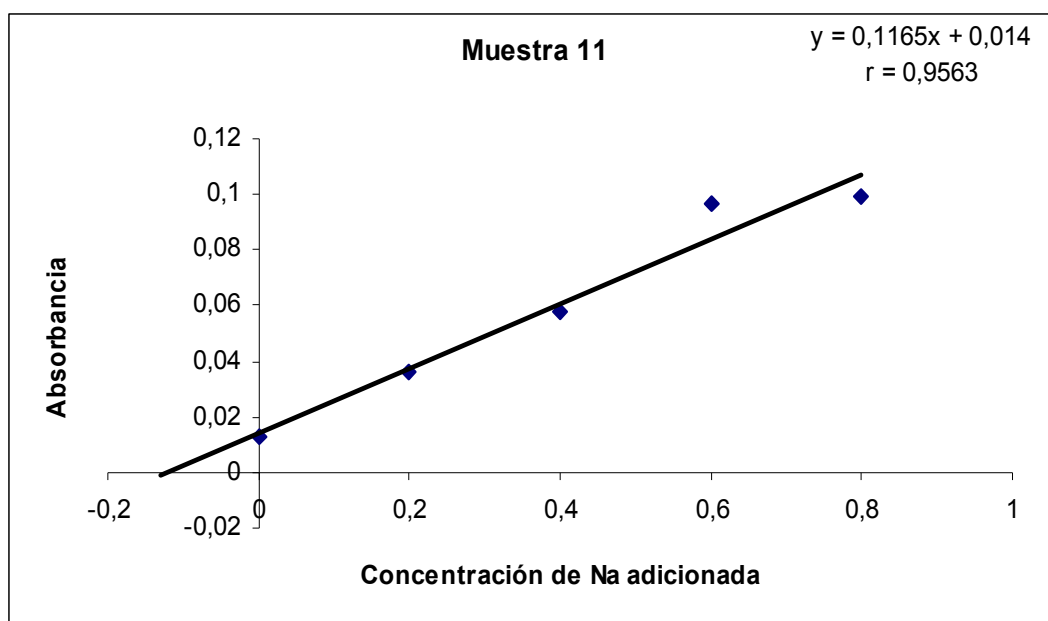


Figura 24. Calibración por adición de patrón de Na muestra 11.

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1202 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 6,009 mg/L.

Quitamos el punto de concentración 0,6 mg/L para mejorar la linealidad.

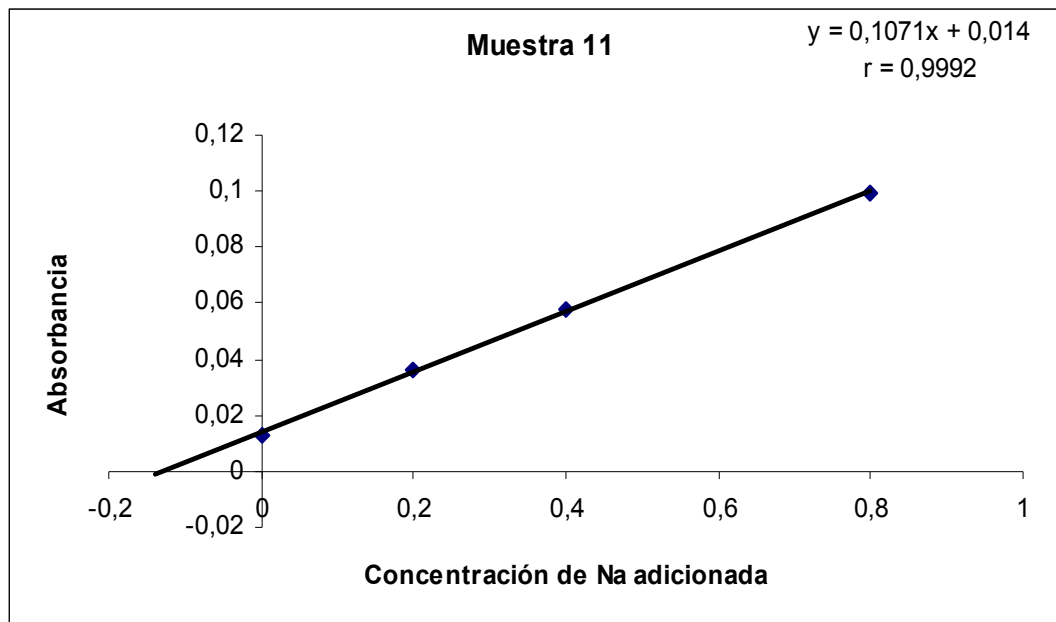


Figura 25. Calibración por adición de patrón de Na muestra 11.

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN QUITANDO EL PUNTO

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado “y” = 0 y despejamos “x” obteniendo un valor de 0,1307 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 6,536 mg/L.

MUESTRA 12

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,014	7,01	0,0010
0,2	0,033	2,80	0,0009
0,4	0,042	1,83	0,0008
0,6	0,063	1,08	0,0007
0,8	0,072	0,65	0,0005

Tabla 32. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 12.

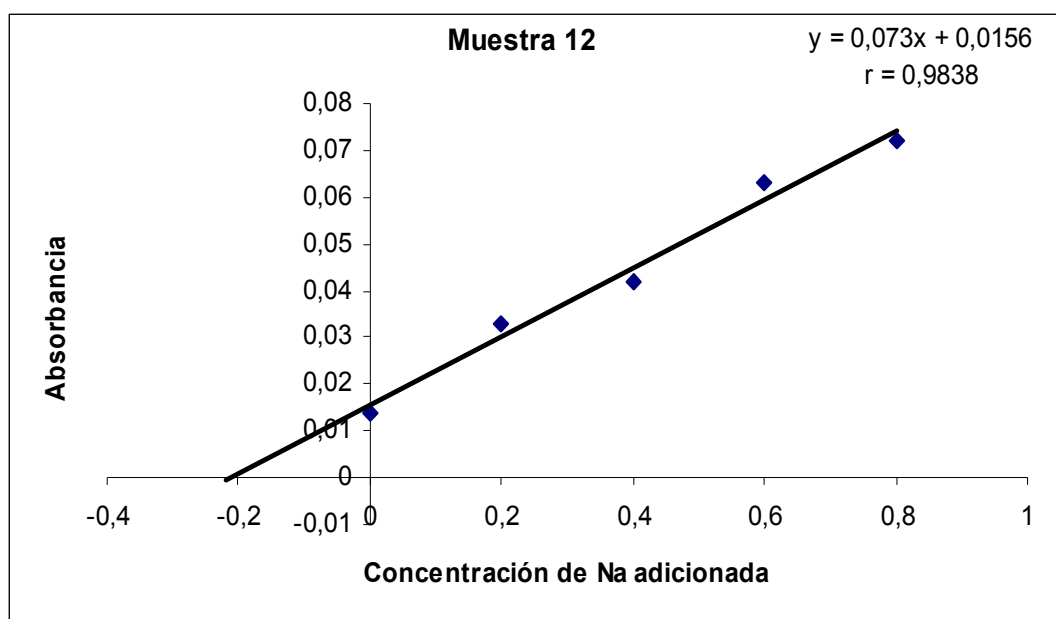


Figura 26. Calibración por adición de patrón de Na muestra 12.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,2137 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 10,68 mg/L.

MUESTRA 13

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,011	4,60	0,0005
0,2	0,032	3,68	0,0012
0,4	0,041	3,19	0,0013
0,6	0,067	2,17	0,0015
0,8	0,078	0,99	0,0008

Tabla 33. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 13.

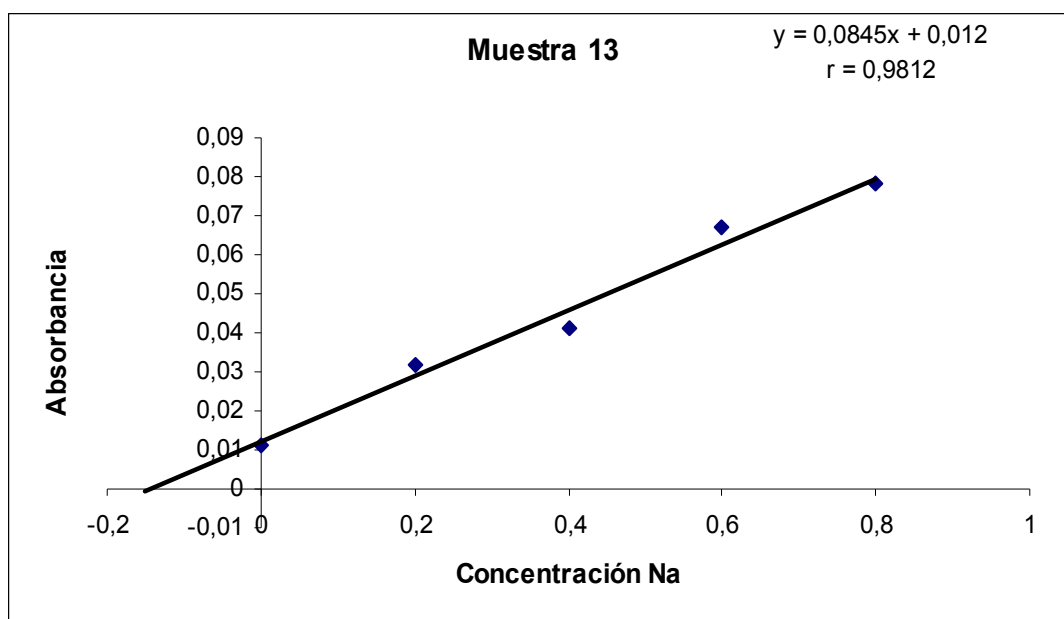


Figura 27. Calibración por adición de patrón de Na muestra 13.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1420 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 7,100mg/L.

MUESTRA 14

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,009	6,56	0,0006
0,2	0,033	2,13	0,0007
0,4	0,063	1,21	0,0008
0,6	0,067	0,79	0,0005
0,8	0,093	1,32	0,0012

Tabla 34. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 14.

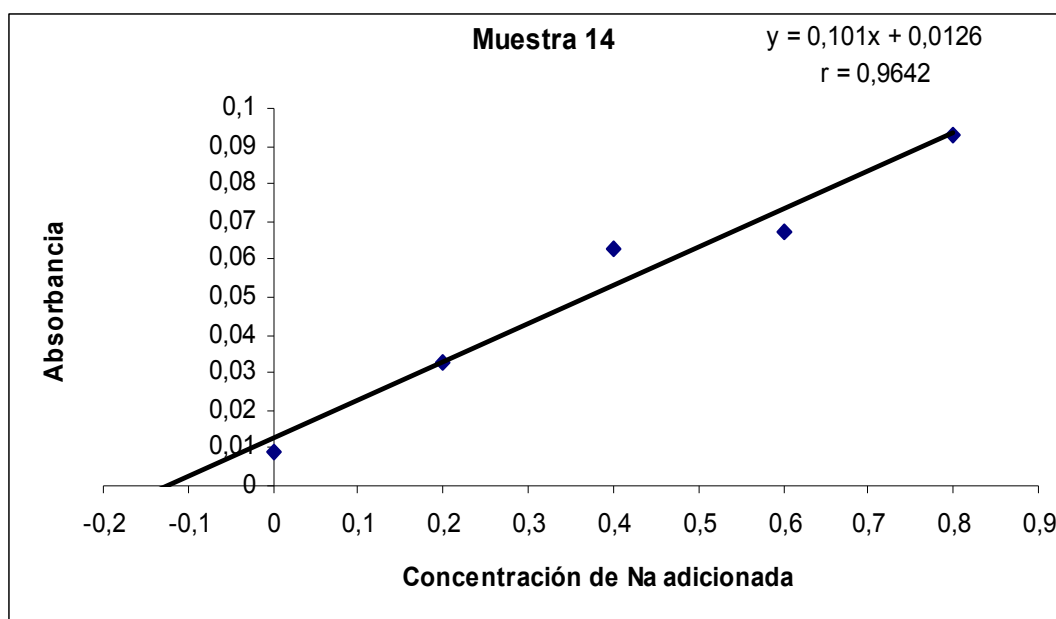


Figura 28. Calibración por adición de patrón de Na muestra 14.

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1247 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 6,237 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,013	2,65	0,0003
0,2	0,036	1,55	0,0006
0,4	0,061	1,63	0,0010
0,6	0,077	1,12	0,0009
0,8	0,092	0,76	0,0007

Tabla 35. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 14.

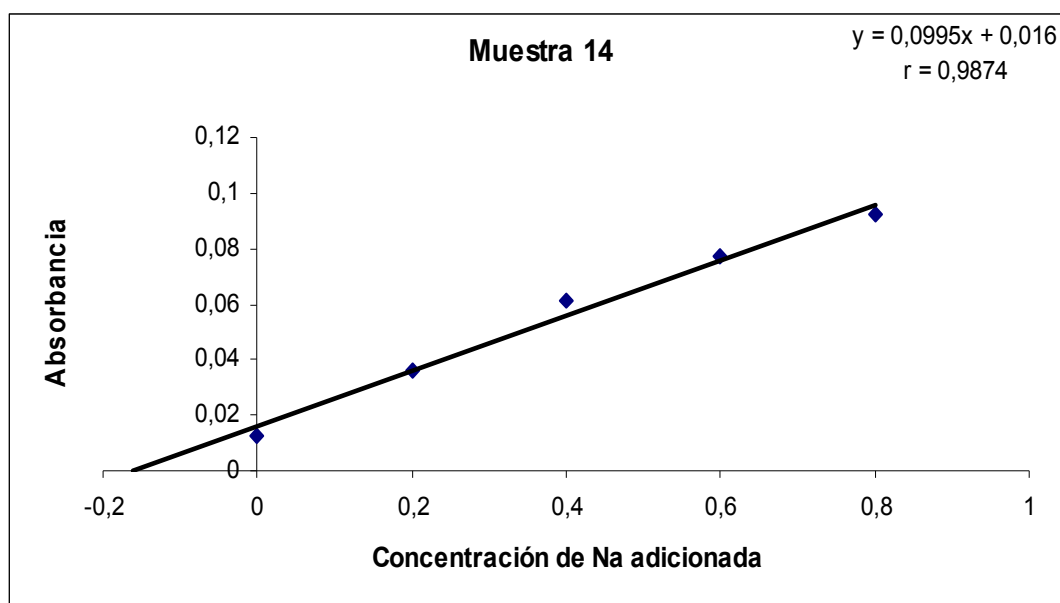


Figura 29. Calibración por adición de patrón de Na muestra 14.

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1608 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 8,040 mg/L.

MUESTRA 15

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0	0,013	2,77	0,0004
0,2	0,037	2,62	0,001
0,4	0,053	1,03	0,0005
0,6	0,09	1,75	0,0016
0,8	0,094	0,68	0,0006

Tabla 36. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 15.

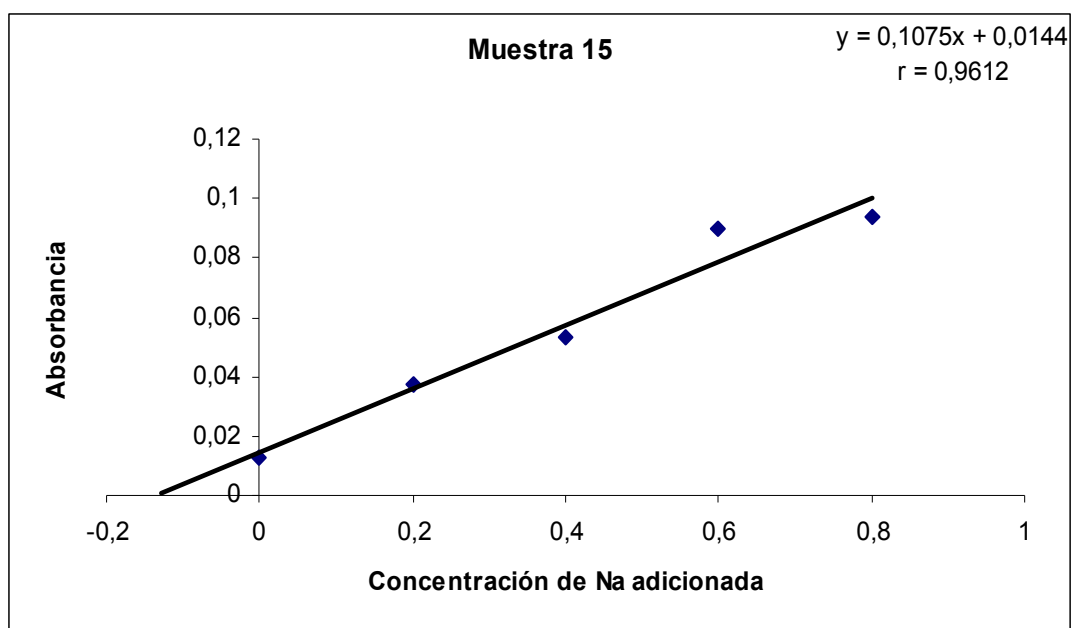


Figura 30. Calibración por adición de patrón de Na muestra 15.

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1339 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 6,698 mg/L.

Quitamos el punto de concentración 0,6 mg/L para mejorar la linealidad.

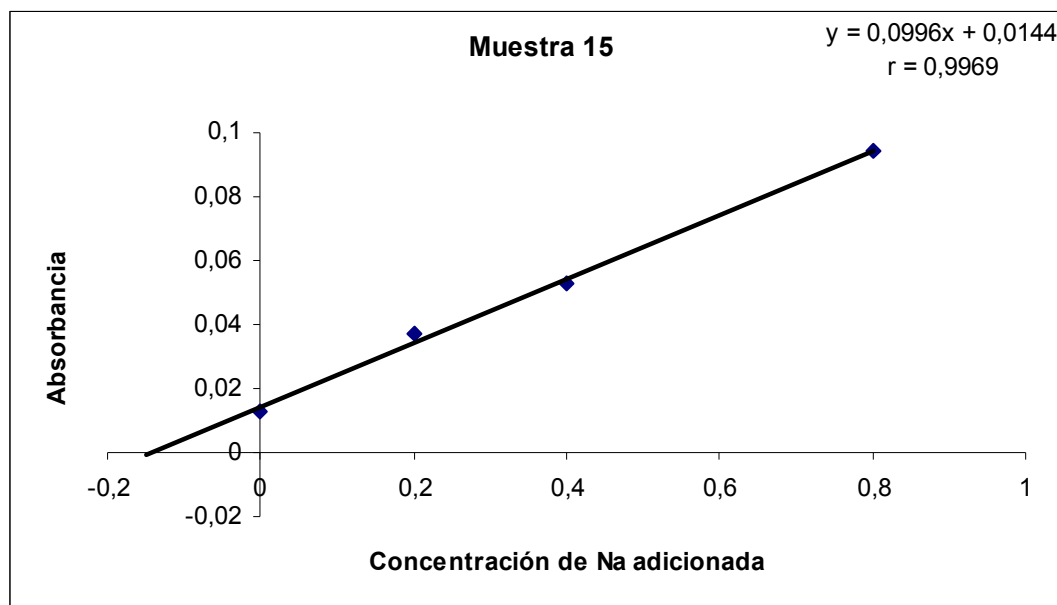


Figura 31. Calibración por adición de patrón de Na muestra 15.

RESULTADO CONCENTRACIÓN QUITANDO EL PUNTO

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1446 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 7,229 mg/L.

MUESTRA 16

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
----	----	----	----
0,2	0,024	3,01	0,0007
0,4	0,043	2,19	0,0009
0,6	0,073	2,45	0,0018
0,8	0,083	1,23	0,0010

Tabla 37. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 16.

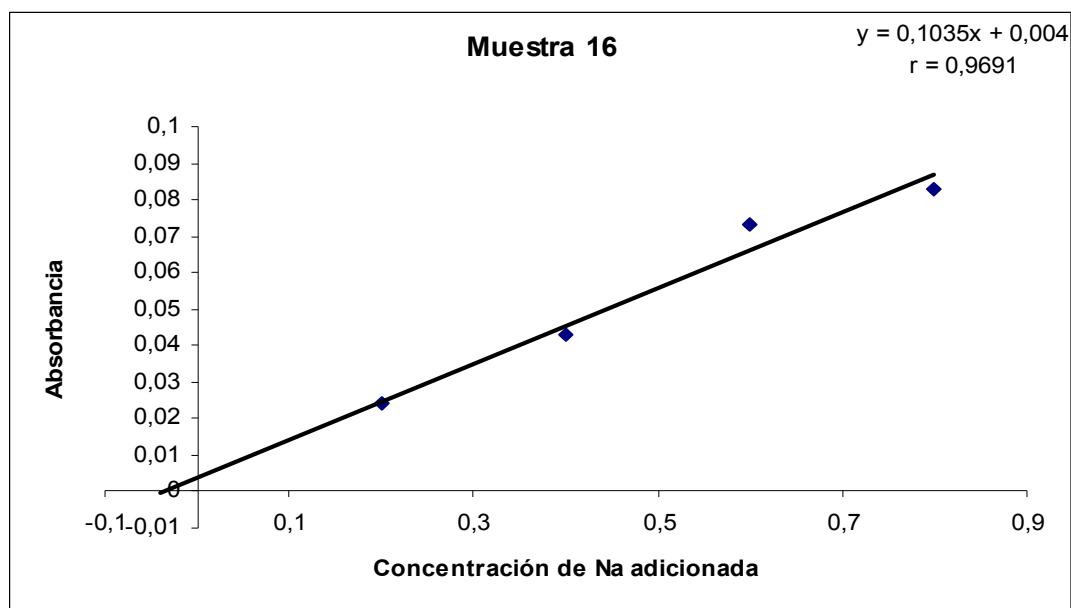


Figura 32. Calibración por adición de patrón de Na muestra 16.

RESULTADO CONCENTRACIÓN CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0386 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 1,932 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Se repitió al no salir señal para el primer punto con una dilución menor.

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,010	4,06	0,0004
0,2	0,040	2,50	0,0010
0,4	0,072	1,03	0,0007
0,6	0,097	0,89	0,0009
0,8	0,120	0,30	0,0004

Tabla 38. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 16.

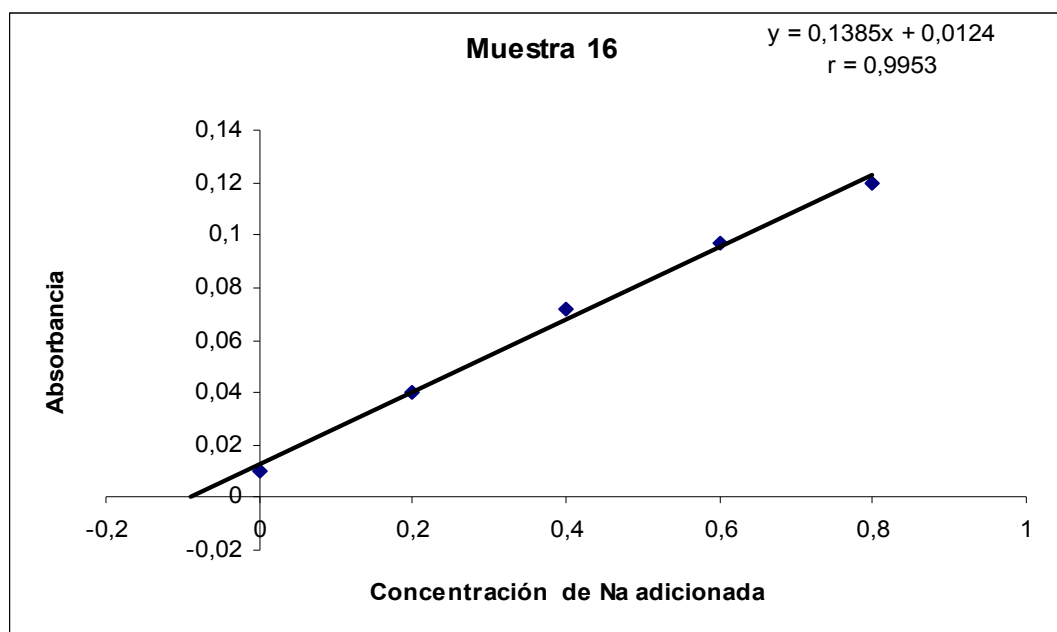


Figura 33. Calibración por adición de patrón de Na muestra 16.

RESULTADO CONCENTRACIÓN CALIBRACIÓN POR ADICIÓN PATRÓN 2

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0895 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 25 mL el resultado final será 2,238 mg/L.

MUESTRA 17

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
----	----	----	----
0,2	0,033	4,37	0,0014
0,4	0,040	0,97	0,0004
0,6	0,072	0,82	0,0006
0,8	0,088	1,40	0,0012

Tabla 39. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 17.

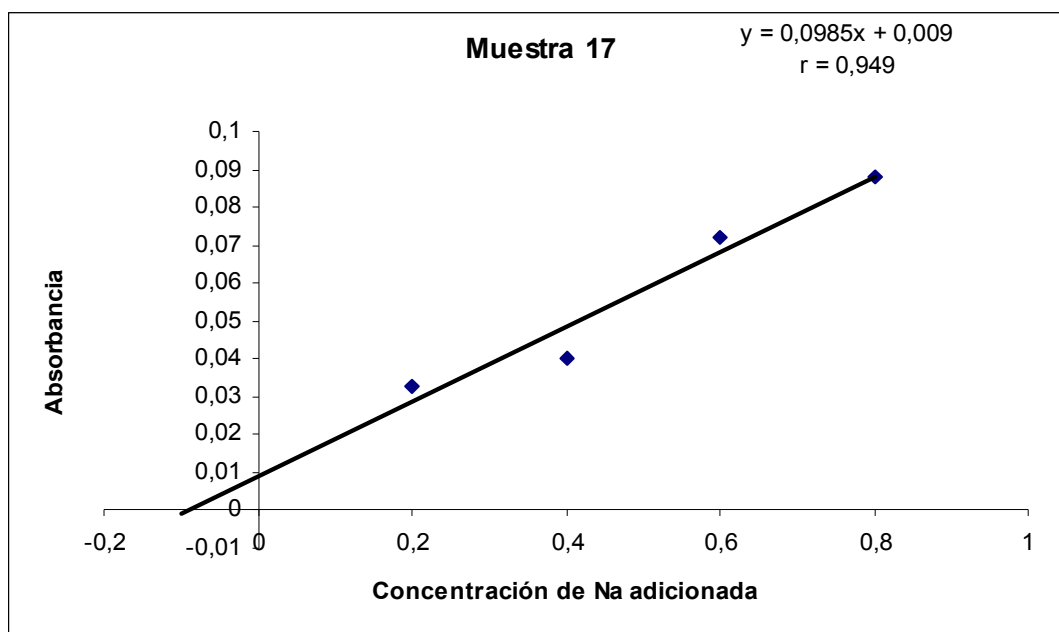


Figura 34. Calibración por adición de patrón de Na muestra 17.

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0914 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 4,568 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Se repitió al no salir señal para el primer punto con una dilución menor.

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,026	2,42	0,0006
0,2	0,039	1,15	0,0005
0,4	0,067	0,51	0,0004
0,6	0,084	0,84	0,0007
0,8	0,097	1,03	0,0010

Tabla 40. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 17.

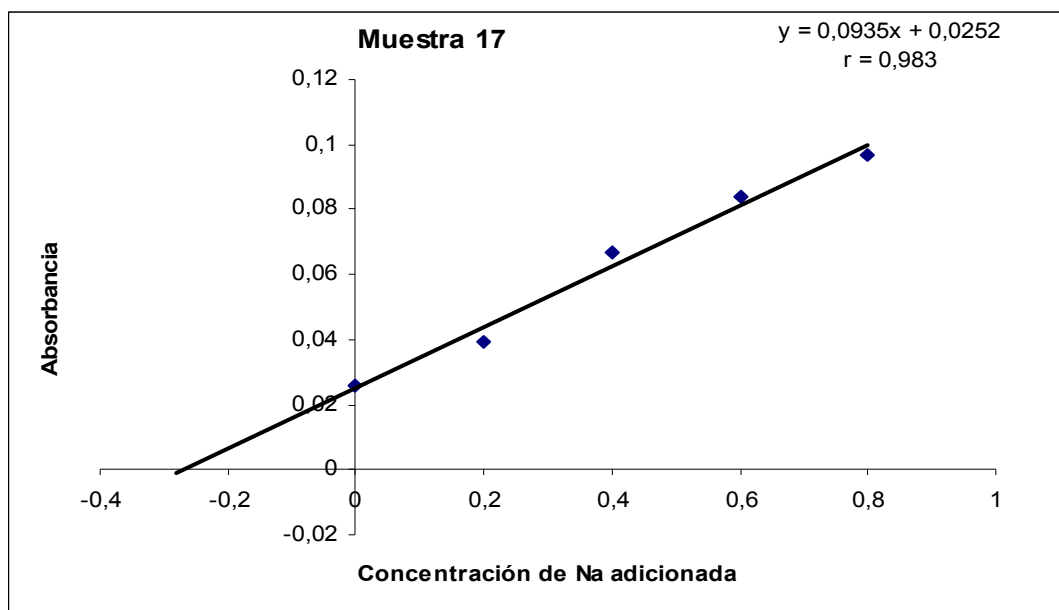


Figura 35. Calibración por adición de patrón de Na muestra 17.

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,2695 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 25 mL el resultado final será 6,738 mg/L.

MUESTRA 18

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,006	6,75	0,0004
0,2	0,039	3,56	0,0014
0,4	0,058	1,32	0,0008
0,6	0,082	1,83	0,0015
0,8	0,097	1,17	0,0011

Tabla 41. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 18.

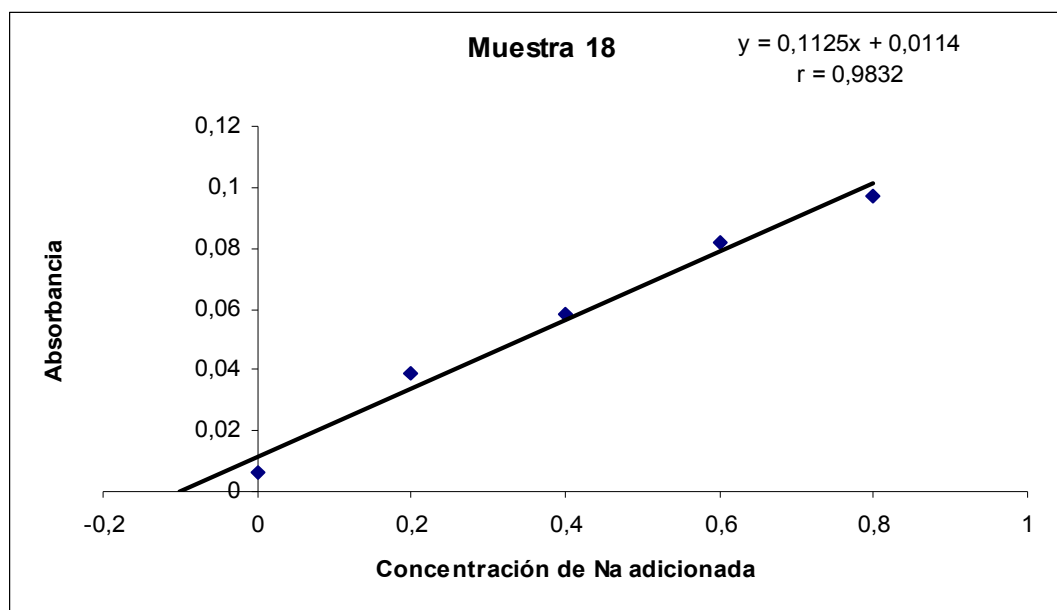


Figura 36. Calibración por adición de patrón de Na muestra 18.

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1013 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 5,066 mg/L.

MUESTRA 19 INTENSO DOLCE GUSTO

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 1

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,003	14,62	0,0004
0,2	0,009	5,820	0,0005
0,4	0,013	4,630	0,0006
0,6	0,023	7,590	0,0017
0,8	0,023	2,660	0,0006

Tabla 42. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 19.

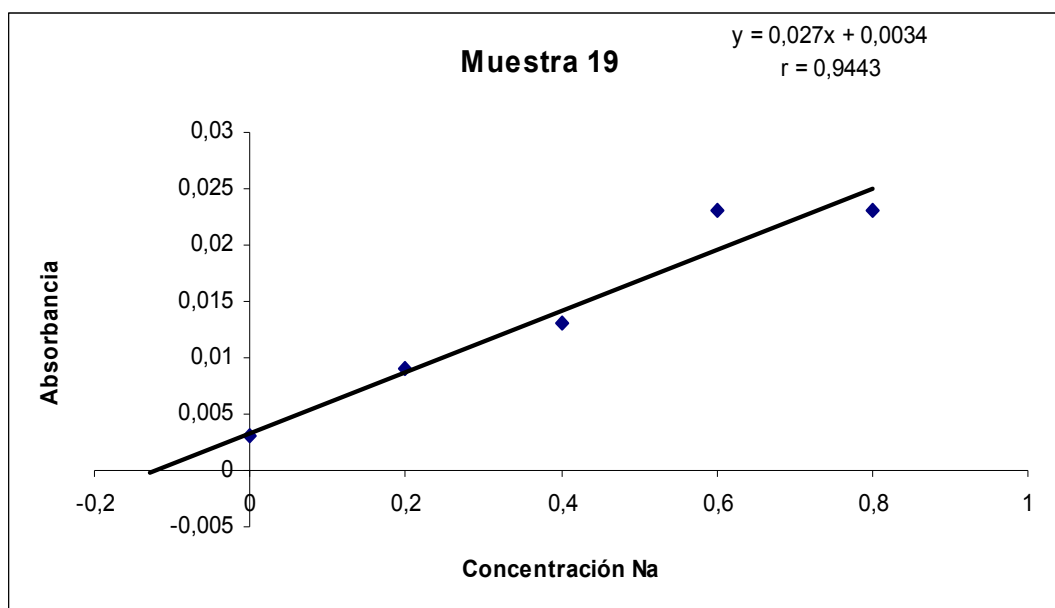


Figura 37. Calibración por adición de patrón de Na muestra 19.

RESULTADO CONCENTRACIÓN PRIMERA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1259 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 6,296 mg/L.

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN 2

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,004	13,07	0,0004
0,2	0,030	0,250	0,0001
0,4	0,044	0,960	0,0004
0,6	0,078	1,310	0,0010
0,8	0,085	0,660	0,0006

Tabla 43. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 19.

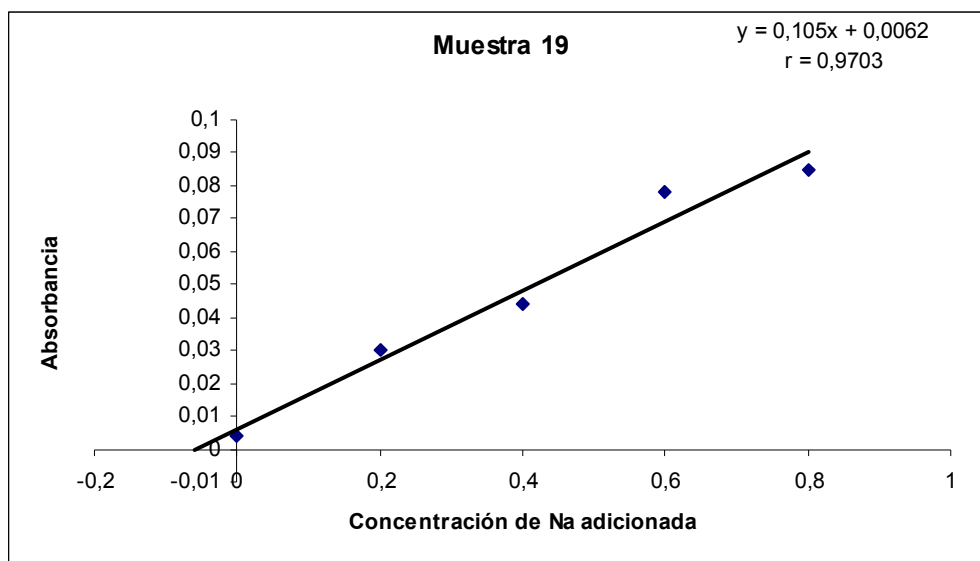


Figura 38. Calibración por adición de patrón de Na muestra 19.

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0628 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 2,952 mg/L.

Quitamos el punto de concentración 0,6 mg/L para mejorar la linealidad.

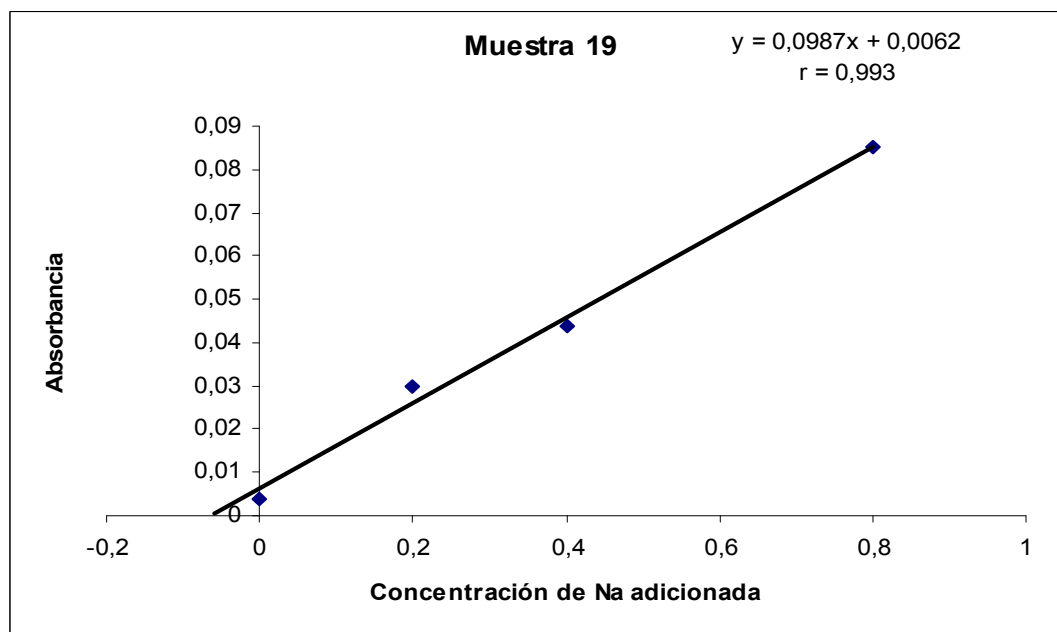


Figura 39. Calibración por adición de patrón de Na muestra 19.

RESULTADO CONCENTRACIÓN SEGUNDA CALIBRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0628 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 3,141 mg/L.

MUESTRA 20 RISTRETTO DOLCE GUSTO

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,011	9,59	0,0011
0,2	0,032	2,11	0,0007
0,4	0,045	1,37	0,0006
0,6	0,069	0,67	0,0005
0,8	0,082	0,90	0,0007

Tabla 44. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 20.

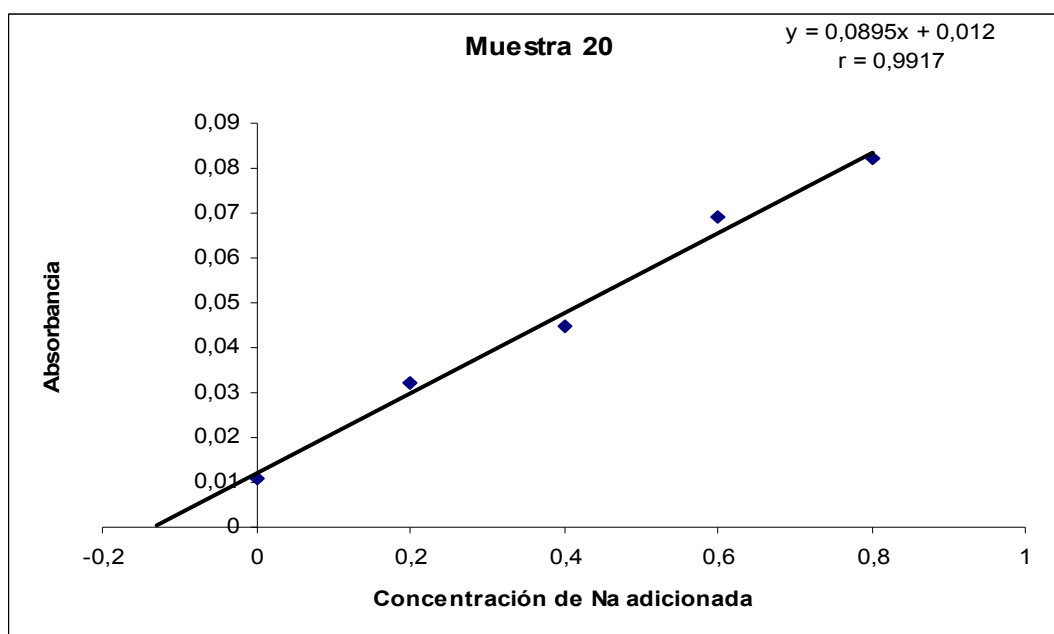


Figura 40. Calibración por adición de patrón de Na muestra 20.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1341 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 6,704 mg/L.

MUESTRA 21 DESCAFEINADO DOLCE GUSTO

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,006	11,42	0,0007
0,2	0,046	1,650	0,0008
0,4	0,055	2,020	0,0011
0,6	0,081	2,420	0,0020
0,8	0,101	0,420	0,0004

Tabla 45. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 21.

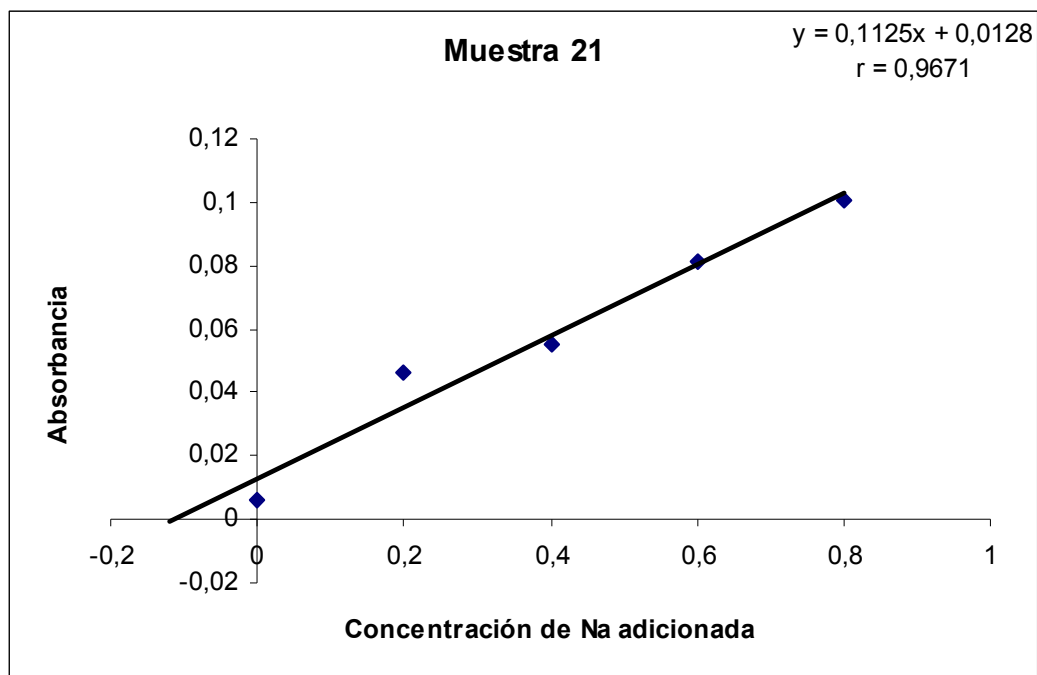


Figura 41. Calibración por adición de patrón de Na muestra 20.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,1138 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 5,689 mg/L.

Quitamos el punto de concentración 0,2 mg/L para mejorar la linealidad

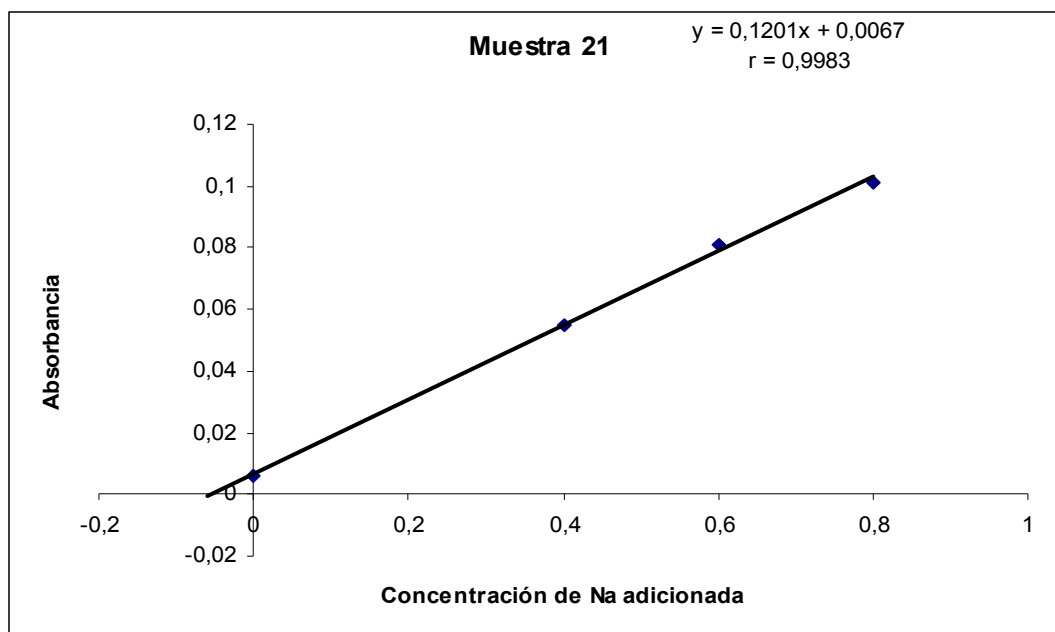


Figura 42. Calibración por adición de patrón de Na muestra 21.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0558 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 2,789 mg/L.

MUESTRA 22 LUNGO DOLCE GUSTO

CALIBRACIÓN POR ADICIÓN DE PATRÓN

Concentración (mg/L)	Absorbancia	Coefficiente Variación	Desviación estándar
0,0	0,010	14,99	0,0015
0,2	0,033	5,840	0,0019
0,4	0,057	0,780	0,0005
0,6	0,081	3,180	0,0026
0,8	0,105	1,240	0,0013

Tabla 46. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 22.

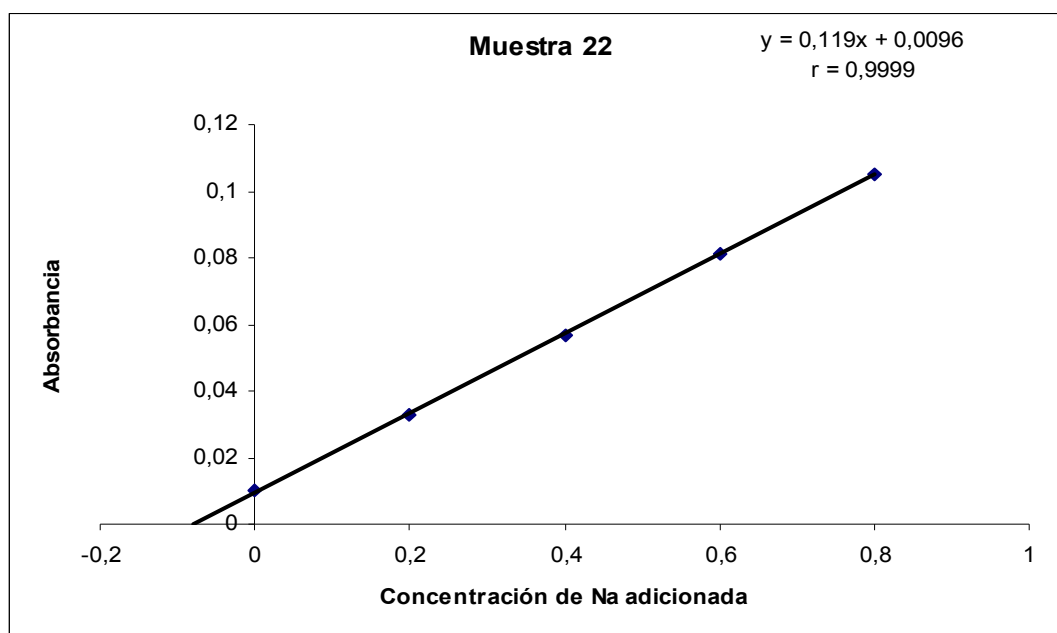


Figura 43. Calibración por adición de patrón de Na muestra 22.

RESULTADO CONCENTRACIÓN

Para calcular la concentración igualamos en la recta de calibrado " y " = 0 y despejamos " x " obteniendo un valor de 0,0807 mg/L, que como se debe tener en cuenta la dilución de la muestra que ha sido 1 mL en 50 mL el resultado final será 4,034 mg/L.

CONCLUSIONES



Como ya se ha comentado en la introducción los tipos de muestras son los siguientes:

Muestra	Nombre	Tipo	Procedencia
1	Ristretto	Arábica y Robusta	América Sur y este África
2	Arpeggio	Arábica	América Central y Sur
3	Roma	Arábica y Robusta	América Central y Sur
4	Livanto	Arábica	América Central y Sur
5	Capriccio	Arábica y Robusta	América Sur
6	Volluto	Arábica	América Sur
7	Cosi	Arábica	América Central y este África
8	Indriya	Arábica y Robusta	India
9	Rosabaya	Arábica	Colombia
10	Dulsao	Arábica	Brasil
11	Descafeinado Intenso	Arábica y Robusta	América Sur

Muestra	Nombre	Tipo	Procedencia
12	Livanto almendrado	Arábica	América Central y Sur
13	Fortissio lungo	Arábica y Robusta	América Central y Sur
14	Vivalto lungo	Arábica	América Sur y este África
15	Finezzo Lungo	Arábica	América Central, Sur y este África
16	Descafeinado	Arábica y Robusta	América Sur
17	Descafeinado lungo	Arábica y Robusta	América Sur
18	Onirio	Arábica	Etiopia
19	Intenso	Arábica y Robusta	
20	Ristretto	Arábica y Robusta	
21	Descafeinado	Arábica	
22	Lungo	Arábica	

Tabla 47. Tipo y procedencia de las diferentes muestras de café.

No se dispone de información sobre la procedencia de las muestras de Dolce gusto.

PARÁMETROS INSTRUMENTALES OPTIMIZADOS

Elemento	Altura mechero	Profundidad mechero	Caudal aire	Caudal acetileno	Longitud de onda	Anchura rendija	Intensidad lámpara
Zn	8 u.a.	8-9 u.a.	30 u.a.	7-8 u.a.	212,7 mm	0,7 nm	10 mA
Fe	6 u.a.	8-9 u.a.	40 u.a.	22 u.a.	248,3 mm	0,2 nm	20 mA
Na	8 u.a.	7-8 u.a.	50-55 u.a.	10-15 u.a.	587,8 mm	0,2 nm	12 mA

Tabla 48. Parámetros instrumentales de todos los elementos

PARÁMETROS ANALÍTICOS

Elemento		Ecuación de la recta	Coefficiente regresión	LD (mg/L)	LC (mg/L)	Sensibilidad (L/mg)
Zn	Agua destilada	$y_1 = 0,0421x + 0,0012$	0,9948	0,142	0,475	0,0421
	Agua de la red	$y_2 = 0,0532x + 0,0005$	0,9992	0,034	0,113	0,0532
Fe	Agua destilada	$y = 0,0043x + 0,0005$	0,9984	0,279	0,930	0,0043
Na	Agua destilada (muestras 1-15 y 19y20)	$y_1 = 0,1460x + 0,003$	0,9948	0,008	0,027	0,1460
	Agua destilada (muestras 16,17,18, 21, 22)	$y_1 = 0,1165x + 0,0035$	0,9997	0,010	0,034	0,1165
	Agua de la red	$y_1 = 0,1020x + 0,0047$	0,9920	0,015	0,049	0,1020

Tabla 49. Parámetros analíticos de todos los elementos

RESULTADO CONCENTRACIONES

ZINC

Café preparado con agua destilada

La concentración de Zn en las muestras de café está por debajo del límite de cuantificación. Las muestras de arábica dan en general valores mayores que las de arábica y robusta. La concentración de Zn en la muestra 13 (Fortissio) es un poco superior a la de la muestra 3 (Roma) aunque ambas tienen la misma procedencia y son las dos mezcla de arábica y robusta.

Café preparado con agua de la red

Muestras	Concentración (mg/L)	Muestras	Concentración (mg/L)	Muestras	Concentración (mg/L)
1	0,141	8	0,254	15	0,109
2	0,197	9	0,291	16	0,071
3	0,179	10	0,254	17	0,052
4	0,216	11	0,141	18	0,352
5	0,122	13	0,197	19	0,052
6	0,141	14	0,329	20	0,183
		22	0,052		

Tabla 50. Concentración de Zn en agua de la red

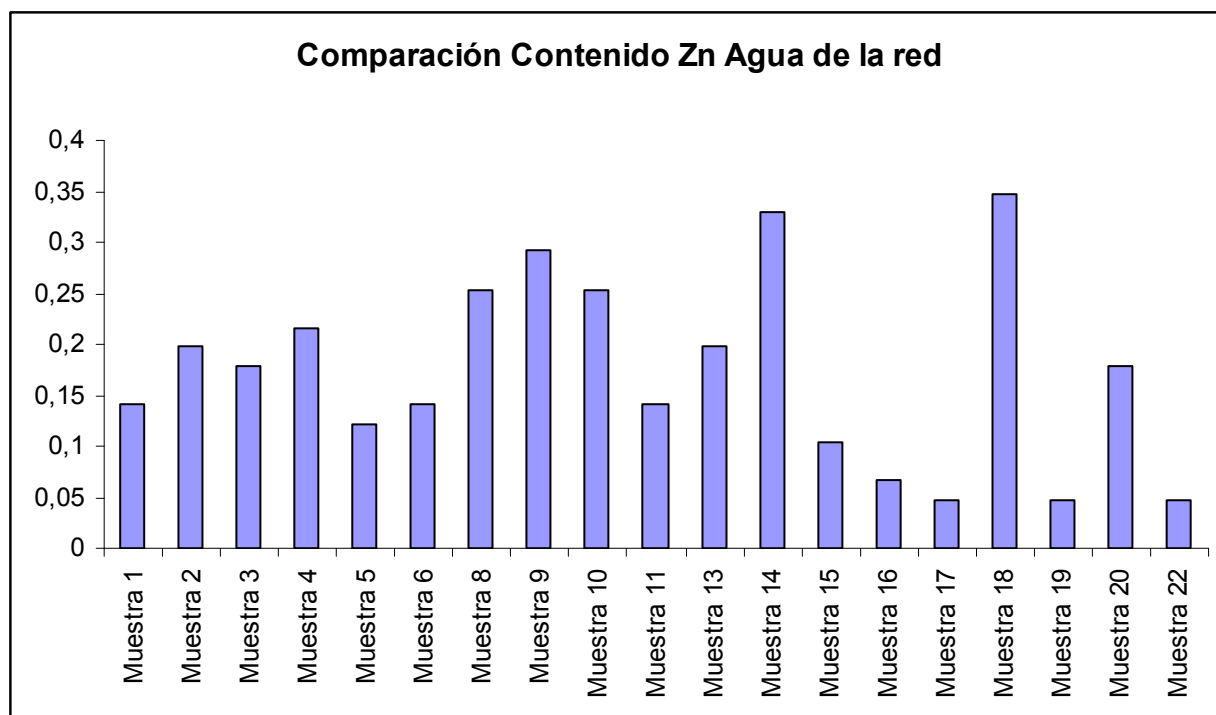


Figura 44. Comparación del contenido de Zn en diferentes muestras

Teniendo en cuenta únicamente las muestras que tienen una concentración por encima del límite de cuantificación, podemos observar que los mayores valores coinciden con la variedad arábica y los menores los de arábica y robusta.

El mayor valor de concentración obtenido se da en la muestra 18 (Onirio) siendo este de 0,352 mg/L, mientras que el menor valor obtenido es 0,052 mg/L y se observa en 3 muestras, la 17 (descafeinado Lungo de Nespresso) y la 19 y 22 (Intenso y Descafeinado respectivamente de Dolce gusto).

La concentración media obtenida para el Zn en agua de la red es de 0,179 mg/L.

Para las muestras de Nespresso las concentraciones más bajas se dan en las muestras 5, 11, 16 y 17 (Capriccio, Descafeinado intenso, descafeinado y descafeinado Lungo respectivamente) lo cual puede ser debido a que la variedad de café es la misma (arábica y robusta) y que todas proceden de América del sur. La muestra 2 (Arpeggio) y la muestra 4 (Livanto) tienen valores de concentración aproximados, lo cual puede ser debido a que ambas son mezcla de arábica y proceden las dos de América Central y Sur. La muestra 3 (Roma) y la muestra 13 (Fortissio lungo) dan el mismo valor puesto que proceden del mismo sitio y son mezcla de arábicas y robusta. Las concentraciones más elevadas se dan, en la muestra 14 (Vivalto) que se trata de una mezcla de arábicas y su procedencia es de América del sur y éste de África, y en la muestra 18 (Onirio) que su procedencia es de Etiopía.

En el caso de las muestras de Dolce gusto, la concentración más elevada se da en la muestra 20 (Ristretto).

Comparando la muestra 1 (Ristretto de Nespresso) y la muestra 20 (Ristretto de Dolce gusto) los valores son parecidos, aunque un poco superior en la variedad de Dolce gusto.

HIERRO

Como se ha dicho anteriormente, las concentraciones de Fe dan por debajo del límite de cuantificación y los valores obtenidos son muy parecidos entre si. El valor más bajo de concentración se da en la muestra 14 (Vivalto) que se trata de una mezcla de arábicas procedentes de América del Sur y éste de África. Las muestra 3 (Roma) y 13 (Fortissio lungo) dan el mismo valor puesto que ambos proceden del mismo lugar y son mezcla de arábicas y robusta. Las muestras 4 (Livanto) y 12 (Livanto almendrado) dan el mismo valor puesto que ambos proceden del mismo lugar y son mezcla de arábicas, la única diferencia es que la muestra 12 tiene un toque de almendras.

SODIO

Café preparado con agua destilada

Muestras	Concentración (mg/L)
Muestra 1	1,644
Muestra 2	4,281
Muestra 3	5,223
Muestra 4	1,699
Muestra 5	1,712
Muestra 6	3,681
Muestra 7	1,178
Muestra 8	6,250

Muestras	Concentración (mg/L)
Muestra 9	4,366
Muestra 10	8,390
Muestra 11	6,421
Muestra 12	7,192
Muestra 13	5,308
Muestra 14	4,880
Muestra 15	8,133

Muestras	Concentración (mg/L)
Muestra 16	3,916
Muestra 17	5,740
Muestra 18	4,989
Muestra 19	8,904
Muestra 20	3,938
Muestra 21	5,526
Muestra 22	6,921

Tabla 51. Concentración Na en café preparado con agua destilada.

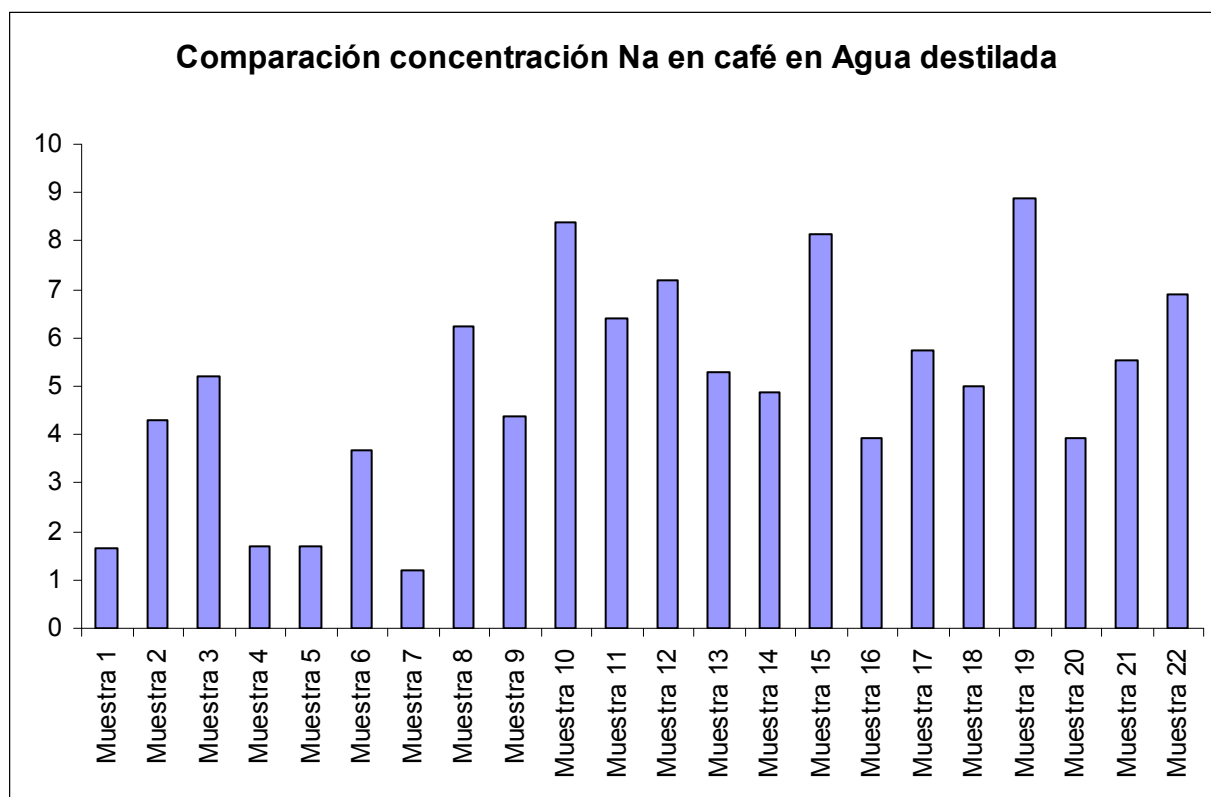


Figura 45. Comparación concentración Na en diferentes muestras.

Los mayores valores de Na se dan en la muestra 10 (Dulsao) y en la muestra 15 (Finezzo) siendo ambas una mezcla de arábicas. La muestra 3 (Roma) y la muestra 13 (Fortissio Lungo) dan el mismo valor, como ocurría en los demás elementos, puesto que tanto la procedencia como la variedad de café son la misma para ambos. Las cuatro muestras de descafeinado tienen valores mas dispares.

En las muestras de la marca de Dolce gusto la muestra de mayor valor es la 19 (intenso) que se trata de una variedad de arábica y robusta.

Café preparado con agua de la red

muestras	Concentración (mg/L)	muestras	Concentración (mg/L)	muestras	Concentración (mg/L)
Muestra 1	5,306	Muestra 8	12,41	Muestra 15	8,860
Muestra 2	8,493	Muestra 9	11,31	Muestra 16	6,164
Muestra 3	8,493	Muestra 10	10,45	Muestra 17	11,92
Muestra 4	9,228	Muestra 11	8,860	Muestra 18	13,39
Muestra 5	10,08	Muestra 13	8,247	Muestra 19	7,144
Muestra 6	8,247	Muestra 14	12,78	Muestra 20	8,247
				Muestra 22	7,635

Tabla 52. Concentración Na en café preparado en agua de la red.

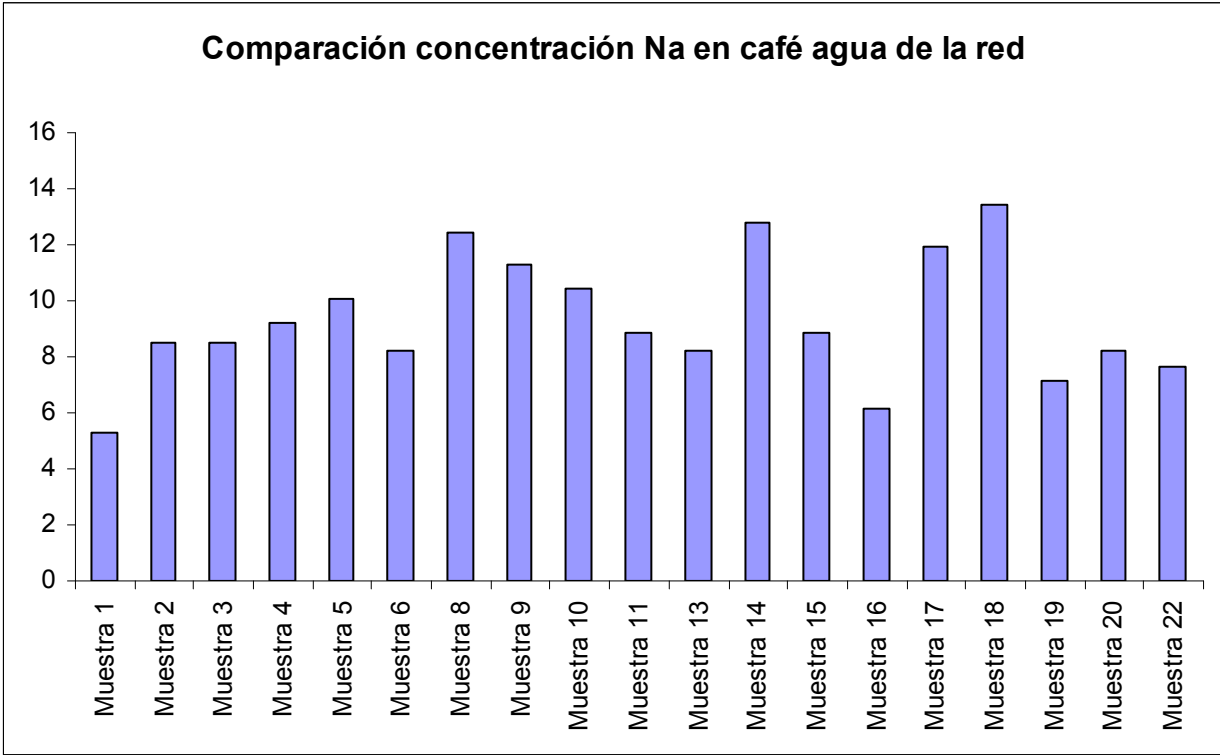


Figura 46. Comparación concentración Na en diferentes muestras.

Los valores son más parecidos entre si, por el efecto nivelador del agua de la red.

Los mayores valores de Na son obtenidos en las muestras 14 (Vivalto) y 18 (Onirio) ambas de la variedad de arábicas. La muestra 2 (Arpeggio) y la muestra 4 (Livanto) tienen valores de concentración parecidos puesto que ambas son mezcla de arábica y proceden las dos de América Central y Sur. La muestra 3 (Roma) y la muestra 13 (Fortissio lungo) dan el mismo valor puesto que proceden del mismo sitio y son mezcla de arábicas y robusta.

El mayor valor de concentración obtenido se da en la muestra 18 (Onirio) siendo este de 13,39 mg/L, mientras que el menor valor obtenido es de 5,306 mg/L y se observa en la muestra 1 (Ristretto).

La concentración media obtenida para el Na en agua de la red es de 9,331 mg/L.

Comparación entre café preparado con agua destilada y café preparado con agua de la red

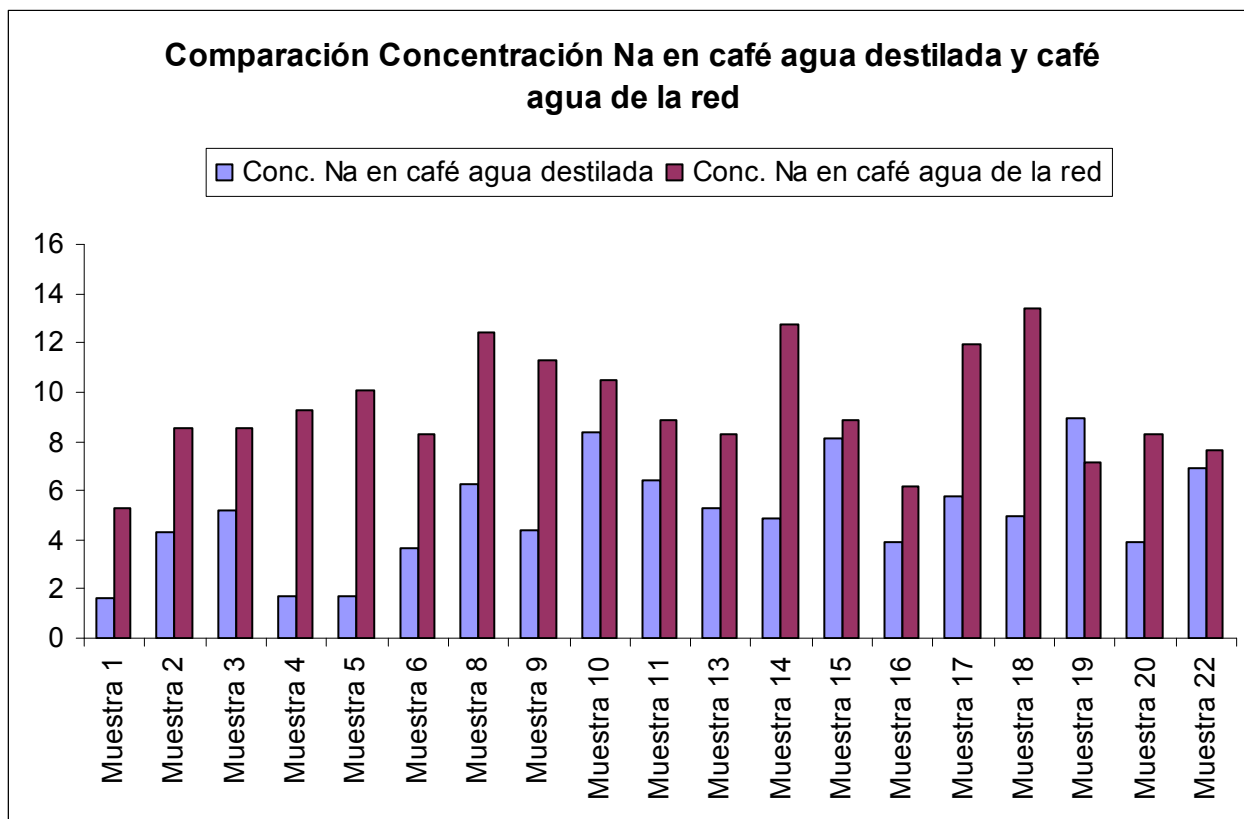


Figura 47. Comparación Concentración Na en café agua destilada y café agua de la red.

Como era de esperar la concentración de Na en cafés preparados con agua de la red es mayor para todas las muestras excepto para la 19, por lo que es posible que se haya producido algún error en la medida o preparación de la misma.

Calibración por adición de patrón

muestras	Concentración (mg/L)	muestras	Concentración (mg/L)	muestras	Concentración (mg/L)
Muestra 1	2,519	Muestra 8	10,320	Muestra 15	7,229
Muestra 2	15,190	Muestra 9	4,188	Muestra 16	2,238
Muestra 3	6,605	Muestra 10	11,020	Muestra 17	6,738
Muestra 4	7,235	Muestra 11	6,536	Muestra 18	5,066
Muestra 5	4,615	Muestra 12	10,680	Muestra 19	3,141
Muestra 6	4,593	Muestra 13	7,100	Muestra 20	6,704
Muestra 7	2,896	Muestra 14	8,040	Muestra 21	2,789
				Muestra 22	4,034

Tabla 53. Concentración Na en calibración por adición patrón

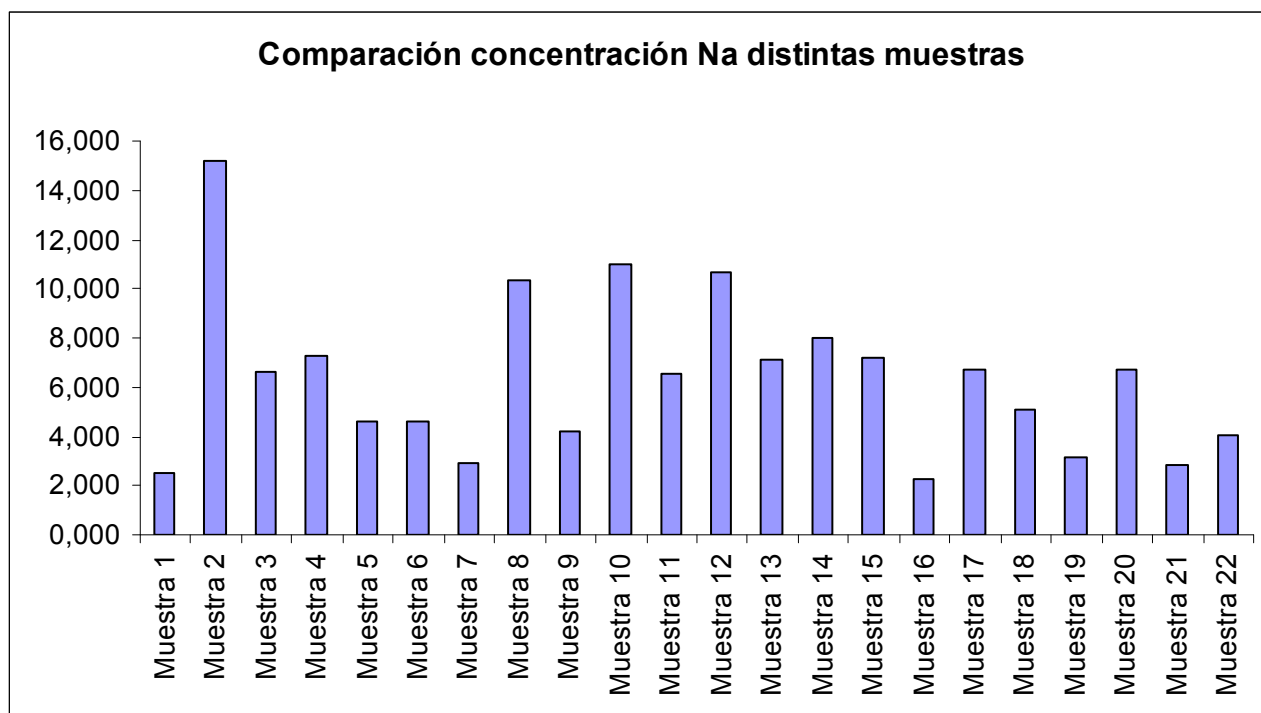


Figura 48. Comparación concentración Na en distintas muestras en calibración por adición patrón.

Como en los demás casos las muestras de variedad arábica suelen ser las de mayor valor.

El mayor valor de concentración obtenido se da en la muestra 2 (Arpeggio) siendo este de 15,19 mg/L, mientras que el menor valor obtenido es 2,238 mg/L y se observa en la muestra 16 (descafeinado).

La concentración media obtenida para el Na por adición de patrón es de 6,339 mg/L.

La muestra 3 (Roma) y la muestra 13 (Fortissio lungo) dan aproximadamente el mismo valor puesto que proceden del mismo sitio y son mezcla de arábicas y robusta. La muestra 11 (Descafeinado intenso) y la muestra 17 (Descafeinado Lungo) dan aproximadamente el mismo valor por las mismas razones que antes. La muestra 16 (Descafeinado marca Nespresso) y la muestra 21 (Descafeinado marca Dolce gusto) el valor obtenido es aproximadamente el mismo.

Comparación entre calibración externa y calibración por adición de patrón

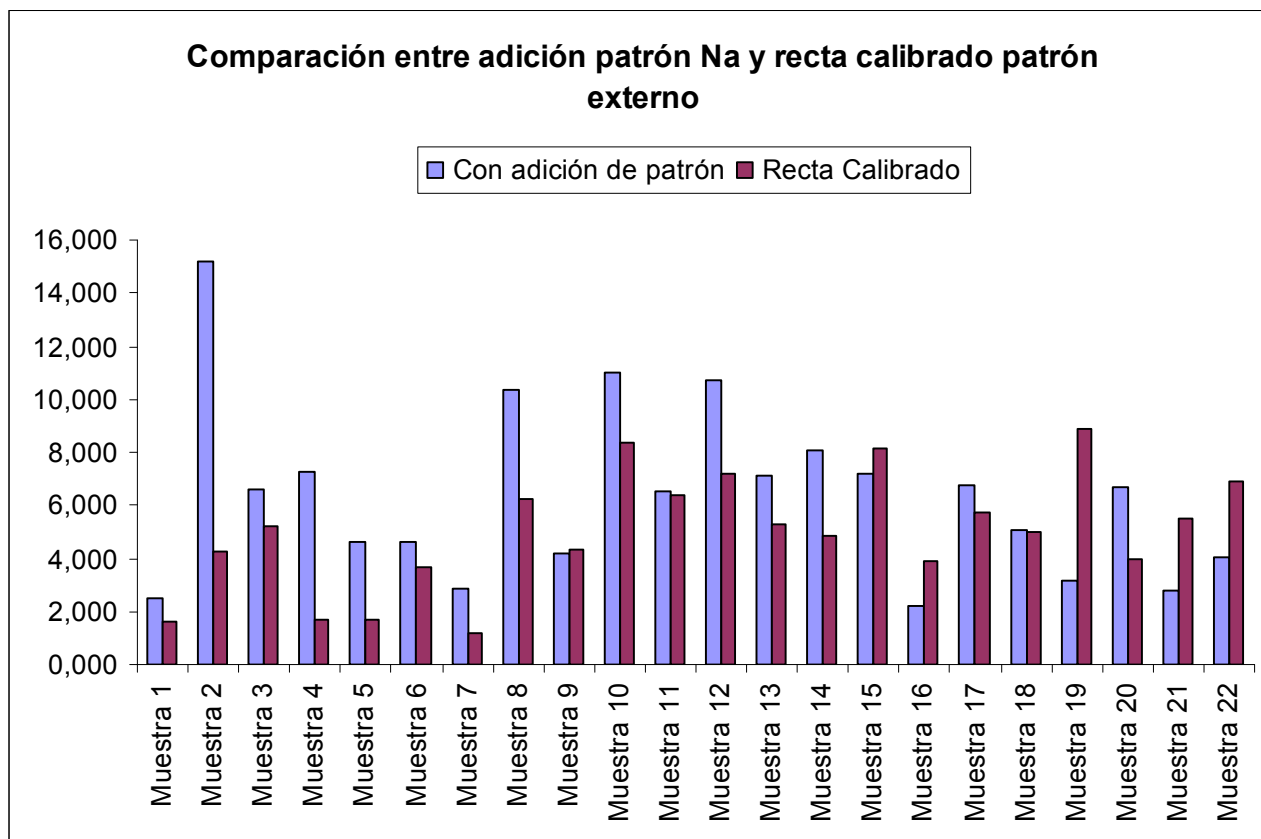


Figura 49. Comparación entre calibración externa y calibración por adición de patrón de Na.

Observando la gráfica, podemos apreciar que la concentración por adición de patrón de Na es superior a la concentración por calibración externa en la mayoría de las muestras exceptuando las muestras 15, 19, 21 y 22. Como en otros casos la muestra 19 vuelve a dar resultados anómalos, hay que tener en cuenta que ésta junto a las muestras 21 y 22 pertenecen a otra marca.

En algunas muestras se puede observar que las concentraciones son muy diferentes en función del método utilizado para su cálculo, esto es debido a que pueden existir interferencias, sobre todo en las muestras 2 (Arpeggio), 4(Livanto), donde se pone de manifiesto la mayor diferencia entre calibración externa y calibración por adición de patrón.

COMPARACIÓN POR VARIEDADES

Arábicas

Concentración de Zn en agua de la red

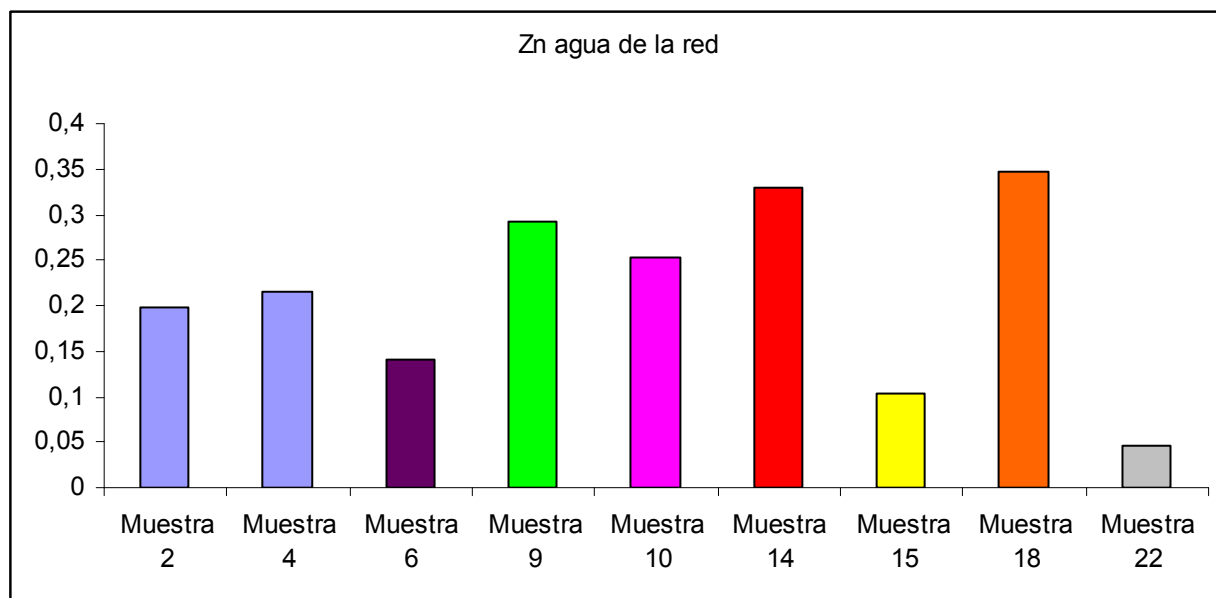


Figura 50. Concentración Zn en agua de la red en las muestras de variedad arábica

Concentración de Na en agua de la red

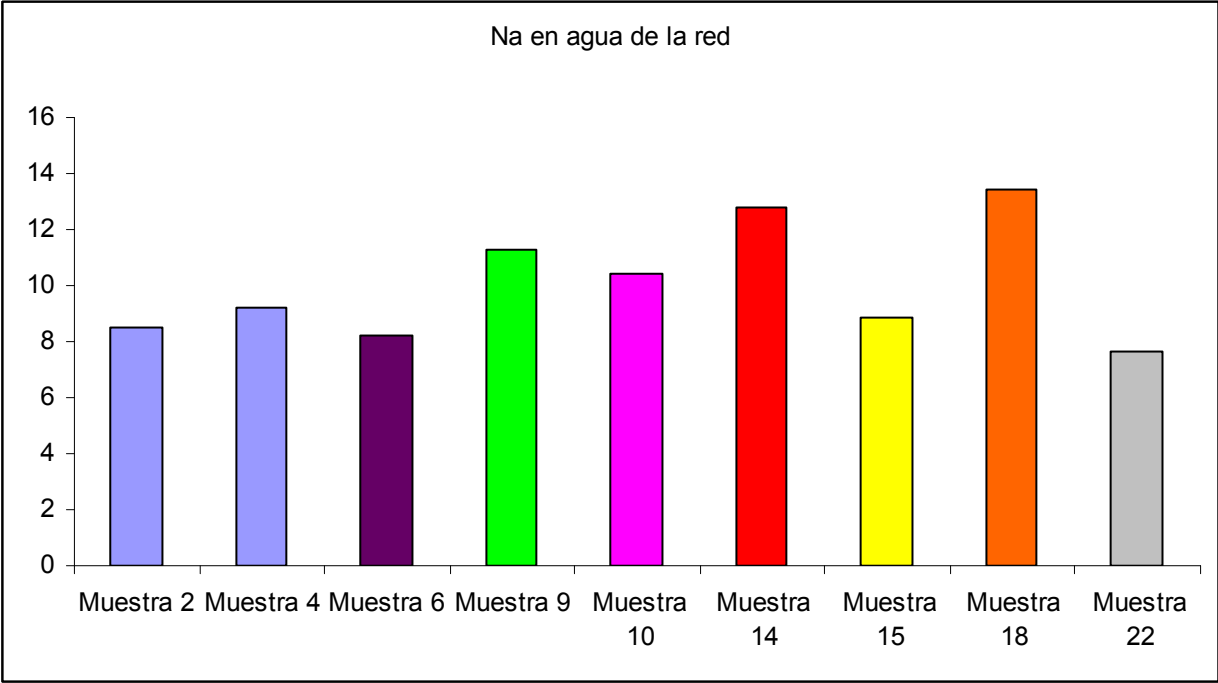


Figura 51. Concentración de Na en agua de la red en las muestras de variedad arábica

Concentración de Na por adición de patrón

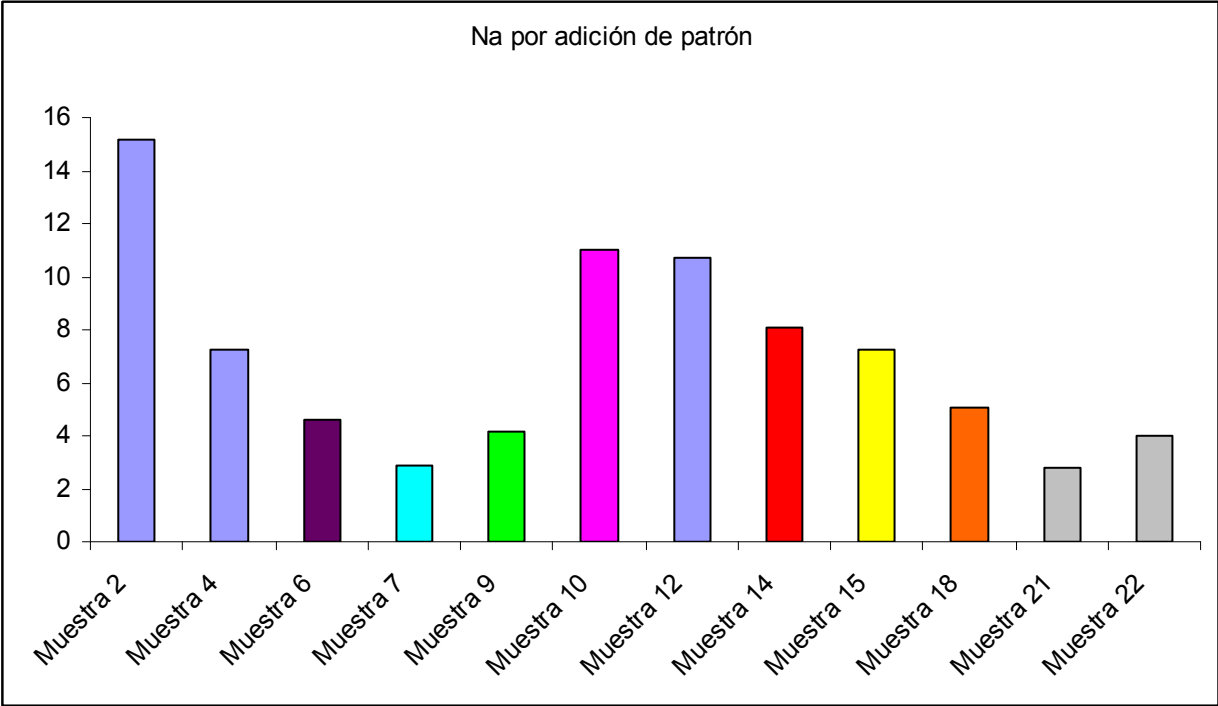


Figura 52. Concentración de Na por adición de patrón en muestras de variedad arábica

Las muestras 2, 4, 12 proceden de América Central y Sur; la muestra 6 procede de América Sur; la muestra 7 procede de América Central y este África; la muestra 9 procede de Colombia; la muestra 10 procede de Brasil; la muestra 14 procede de América Sur y este África; la muestra 15 procede de América Sur, América Central y este de África; la muestra 18 procede de Etiopía. Las muestras 21 y 22 son de la marca Dolce gusto y no se sabe de su procedencia.

De la muestra 7, 12 y 21 no se tienen valores de concentraciones de Zn ni de Na en agua de la red debido a que no se recogieron muestras.

En la mayoría de las muestras se observa que la concentración de Na en agua de la red es superior que la concentración de Zn en agua de red y la concentración de Na por adición de patrón, que se realizó en agua destilada, exceptuando la muestra 2 y la muestra 10.

Arábicas y robusta

Concentración de Zn en agua de la red

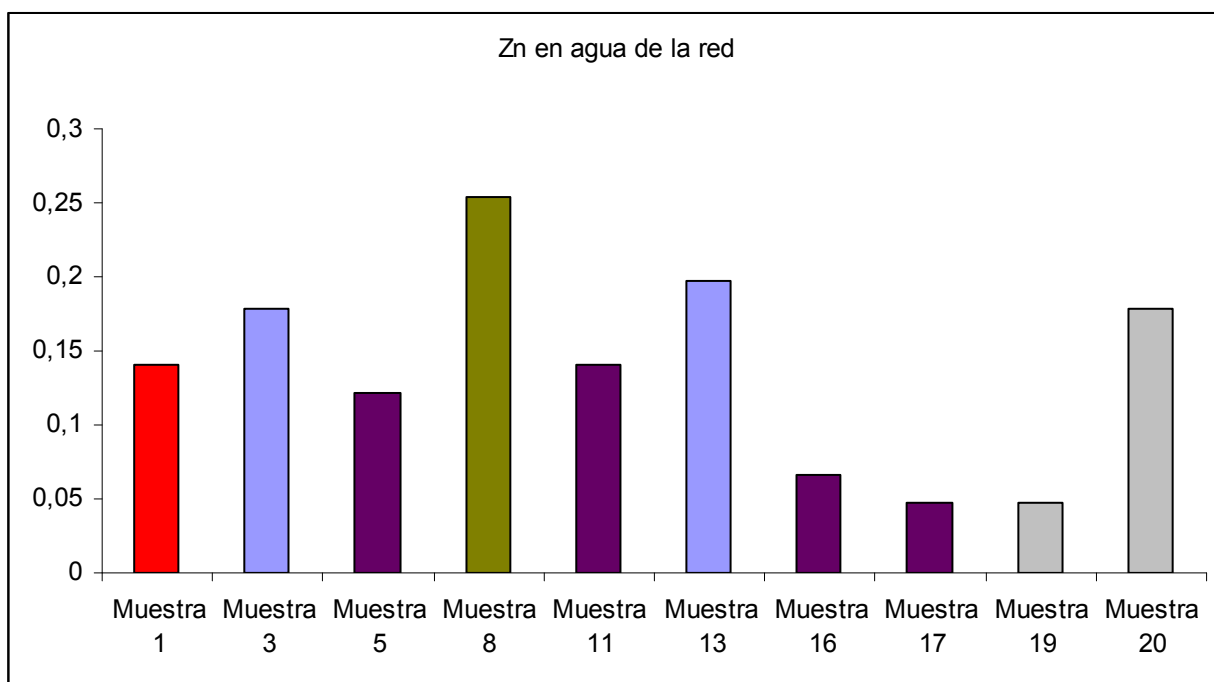


Figura 53. Concentración de Zn en agua de la red en muestras de la variedad arábica y robusta

Concentración de Na en agua de la red

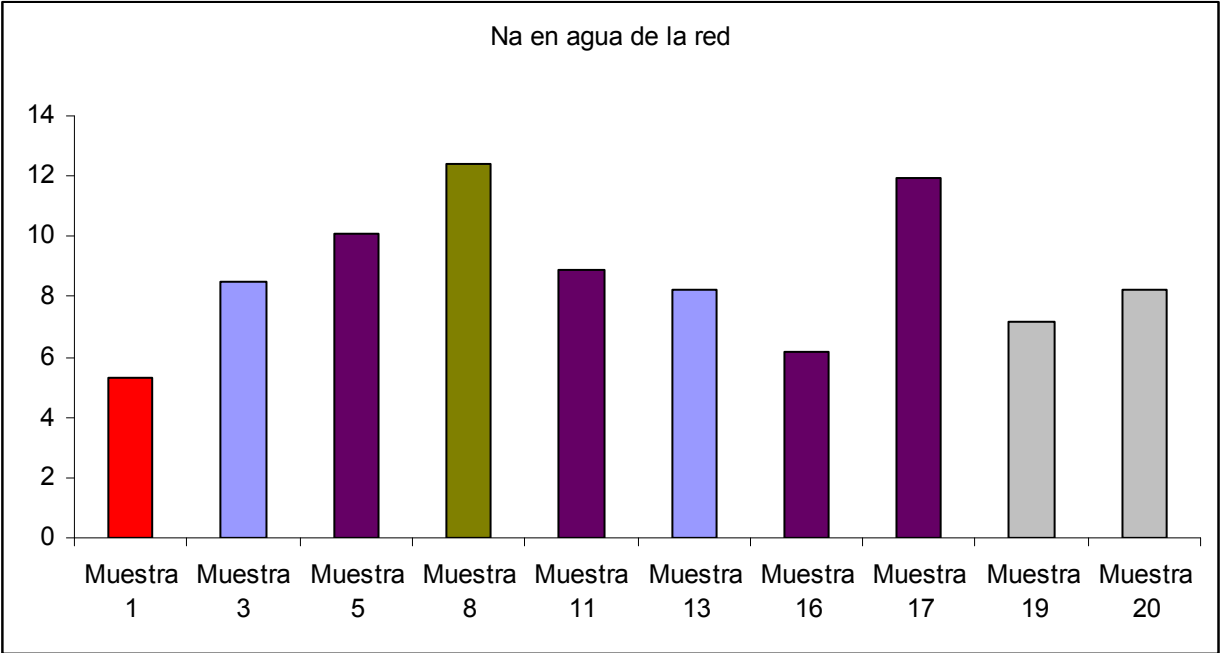


Figura 54. Concentración Na en agua de la red en muestras de variedad arábica y robusta

Concentración de Na por adición de patrón

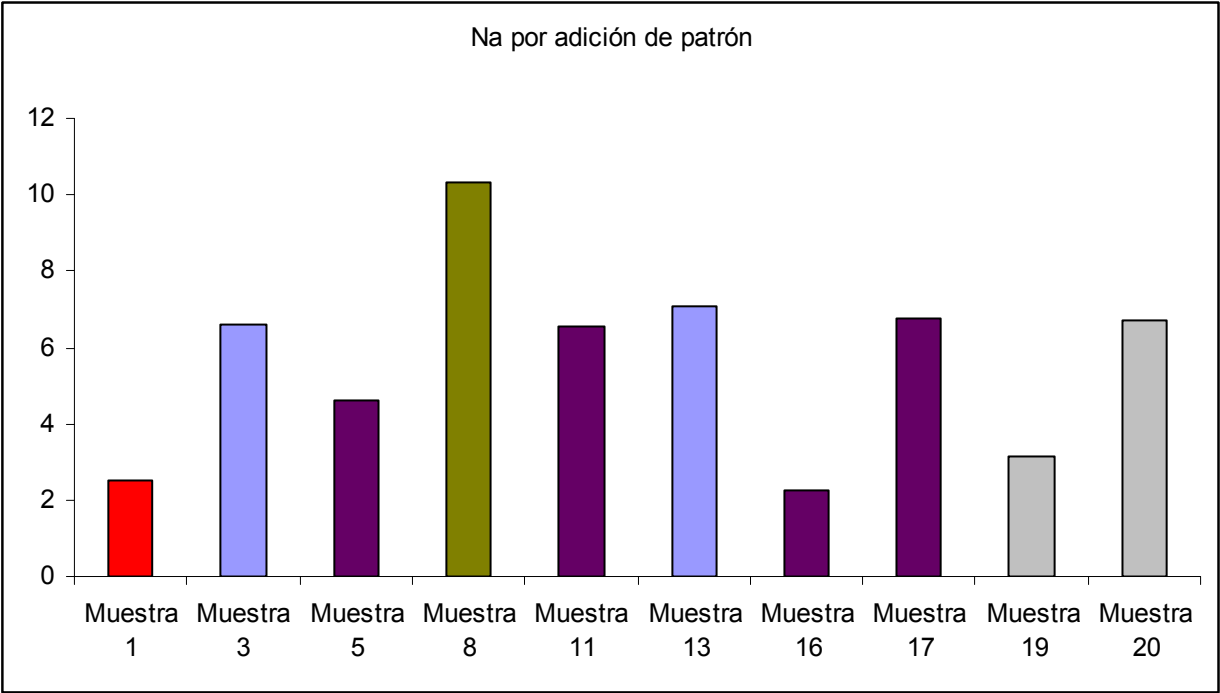


Figura 55. Concentración Na por adición de patrón en muestras de variedad arábica y robusta

La muestra 1 procede de América sur y este África; las muestras 3 y 13 proceden de América central y sur; las muestras 5, 11, 16 y 17 proceden de América del sur; la muestra 8 procede de India. Las muestra 19 y 20 son de la marca Dolce gusto y no se sabe de su procedencia.

Como en el caso de la variedad de arábicas la concentración de Na en agua de la red es superior a la concentración de Na por adición de patrón en agua destilada y la concentración de Zn en agua de la red.

COMPARACIÓN ENTRE DISTINTAS MARCAS DE CAFÉS

Concentración de Zn y Na en Ristretto en agua de la red, Na en calibración externa y Na con adición de patrón

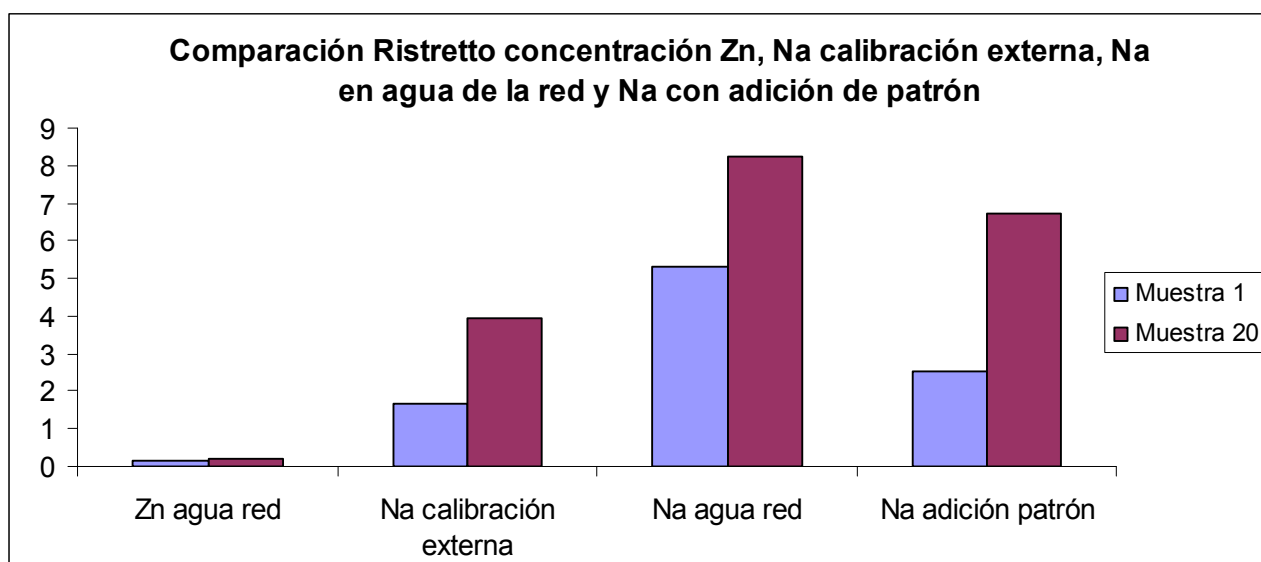


Figura 56. Comparación Ristretto Zn, Na calibración externa, Na en agua de la red y Na con adición de patrón

La concentración de Zn y de Na es mayor en la muestra 20 que se trata de la marca Dolce gusto. Tanto en la muestra 1 como en la muestra 20 la concentración de Na en agua de la red es superior al resto de los casos. Para determinar la concentración de Na por adición de patrón las muestras se prepararon con agua destilada. La diferencia entre la muestra 1 de Nespresso y la muestra 20 de Dolce gusto es más apreciable en el Na.

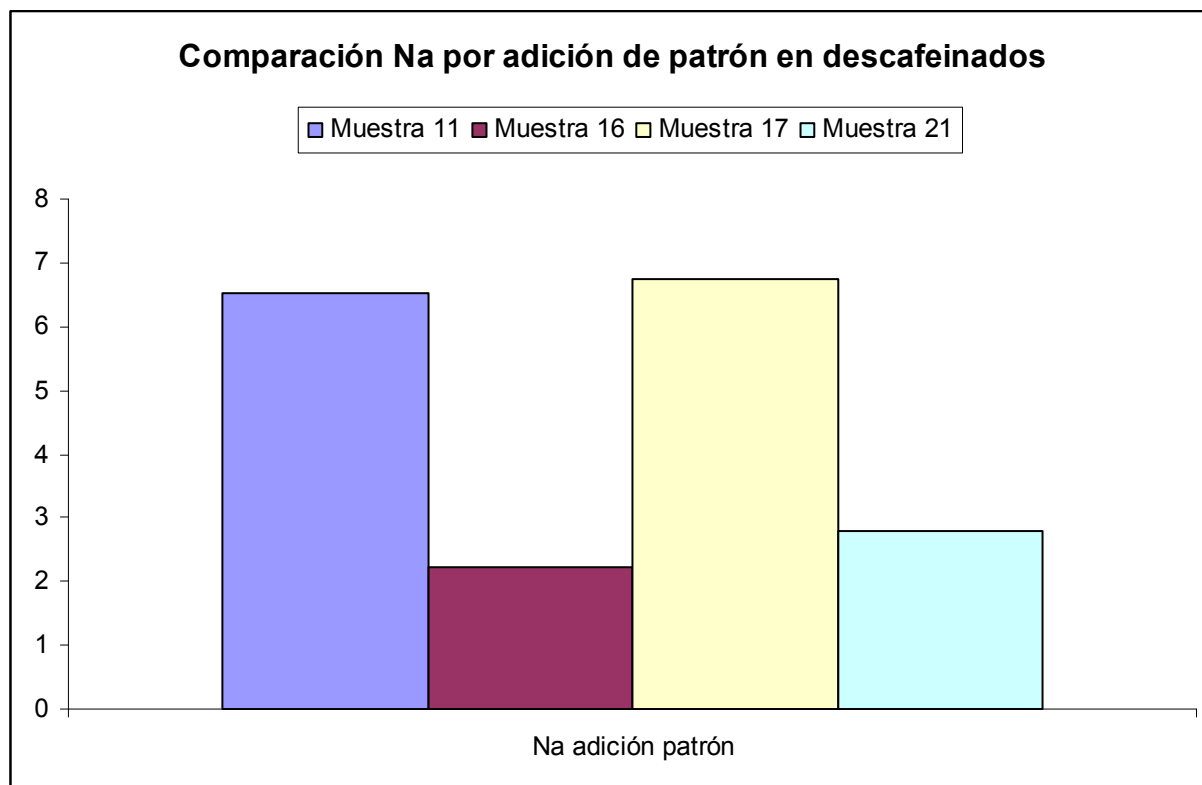
Concentración de Na en Descafeinado por adición de patrón

Figura 57. Comparación Na por adición de patrón en descafeinados

La concentración de Na por adición de patrón en los descafeinados 11 y 17 es superior que los descafeinados 16 y 21 siendo este último de la marca Dolce gusto.

CONCLUSIONES FINALES

En general y como era de esperar en las muestras preparadas con agua destilada, la concentración de Na es muy superior en todas las muestras en comparación con la concentración de Zn y Fe, las cuales dan todas por debajo del límite de cuantificación y algunas incluso por debajo del límite de detección.

En las muestras de café preparadas con agua de la red, como era previsible la concentración de los elementos es superior, y la diferencia es más acusada en el caso del Na.

Las muestras de variedad arábica son las que mayores concentraciones dan en los tres elementos.

En la mayoría de las muestras la concentración de Na por adición de patrón es muy diferente a la concentración de Na por calibración externa debido a las interferencias.

Comparando el mismo tipo de café en la marca de Nespresso y la marca de Dolce gusto podemos observar que la concentración de los elementos analizados es ligeramente superior en la segunda marca.

La concentración media de Na en las muestras de café preparadas por adición de patrón en agua destilada en la variedad arábica es 6,913 mg/L, mientras que en las muestras de variedad arábica y robusta la concentración media es 5,652 mg/L.

Las muestras 3 y 13 de la misma variedad arábica y robusta y de procedencia América Central y Sur tienen una concentración media de Na de 6,853 mg/L, mientras que las muestras 2, 4, 12 de la misma procedencia que las anteriores pero de variedad arábica tienen una concentración media de 11,03 mg/L. Con esto se pone de manifiesto que la concentración de los diferentes elementos no depende tanto de la procedencia como de la variedad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AENOR. *Productos alimenticios*. UNE-EN 14132. Madrid: AENOR, 2009.
- [2] AENOR. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. UNE-EN ISO/IEC 17025. Madrid: AENOR, 2005.
- [3] AENOR. *Alimentos para animales*. UNE-CEN/TS 15621 EX. Madrid: AENOR, 2008.
- [4] Web. *Historia del café*. <http://www.gestiopolis.com/economia-2/historia-analisis-cafe-producto.pdf>. Última consulta el día 4/7/2011.
- [5] Web. *Wikipedia*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9>. Última consulta el día 7/7/2011.
- [6] Web. *Café Nespresso*. <http://www.Nespresso.com/#/es/es/coffeemachines>. Última consulta el día 10/7/2011.
- [7] Web. *Historia del café*. <https://www.dolce-gusto.es/ES/Sistema-Dolce-Gusto/Pages/Calidad-NESCAFE.aspx>. Última consulta el día 15/7/2011.
- [8] Manual del espectrofotómetro de absorción y emisión atómica Perkin-Elmer 2280

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Parámetros instrumentales óptimos para la determinación del Zn	16
Tabla 2.	Datos de la recta de calibrado para el Zn en agua destilada	16
Tabla 3.	Resultados obtenidos de Zn con agua destilada.....	18
Tabla 4.	Datos de la recta de calibrado para el Zn en agua de la red	19
Tabla 5.	Resultados obtenidos en Zn con agua de la red	21
Tabla 6.	Parámetros instrumentales óptimos para la determinación del Fe	23
Tabla 7.	Datos de la recta de calibrado para la determinación del Fe	24
Tabla 8.	Resultados concentración de Fe	26
Tabla 9.	Parámetros instrumentales óptimos para la determinación del Na.....	28
Tabla 10.	Datos de la recta de calibrado para la determinación del Na.....	29
Tabla 11.	Resultados concentración de Na.	31
Tabla 12.	Datos de la recta de calibrado para la determinación del Na.....	33
Tabla 13.	Resultados concentración de Na.	34
Tabla 14.	Datos de la recta de calibrado para la determinación del Na.....	35
Tabla 15.	Resultados concentración de sodio en agua de la red	37
Tabla 16.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 1.	38
Tabla 17.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 1.	39
Tabla 18.	Datos calibración por adición patrón de Na muestra 1.	40
Tabla 19.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 2.	41
Tabla 20.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 3.	42
Tabla 21.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 4.	43
Tabla 22.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 5.	44
Tabla 23.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 6.	45
Tabla 24.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 6.	46
Tabla 25.	Datos calibración por adición de Na muestra 7.....	47
Tabla 26.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 7.	48
Tabla 27.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 8.	49
Tabla 28.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 9.	50
Tabla 29.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 10.	52
Tabla 30.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 11.	53
Tabla 31.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 11.	54
Tabla 32.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 12.	56
Tabla 33.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 13.	57
Tabla 34.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 14.	58
Tabla 35.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 14.	59
Tabla 36.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 15.	60
Tabla 37.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 16.	62
Tabla 38.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 16.	63
Tabla 39.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 17.	64
Tabla 40.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 17.	65
Tabla 41.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 18.	66
Tabla 42.	Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 19.	67

Tabla 43. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 19.	68
Tabla 44. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 20.	70
Tabla 45. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 21.	71
Tabla 46. Datos calibración por adición de patrón de Na muestra 22.	73
Tabla 47. Tipo y procedencia de las diferentes muestras de café.....	75
Tabla 48. Parámetros instrumentales de todos los elementos.....	76
Tabla 49. Parámetros analíticos de todos los elementos.....	76
Tabla 50. Concentración de Zn en agua de la red	77
Tabla 51. Concentración Na en café preparado con agua destilada.	80
Tabla 52. Concentración Na en café preparado en agua de la red.	82
Tabla 53. Concentración Na en calibración por adición patrón	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Espectrofotómetro de emisión-absorción atómica Perkin-Elmer 2280	13
Figura 2.	Recta de calibrado del Zn.....	17
Figura 3.	Recta calibrado Zn Con agua de la red.....	19
Figura 4.	Recta calibrado del Fe.....	24
Figura 5.	Recta Calibrado de la determinación del Na en agua destilada.	29
Figura 6.	Recta Calibrado de la determinación del Na.	33
Figura 7.	Recta Calibrado Na agua de la red.....	35
Figura 8.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 1.....	39
Figura 9.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 1.....	40
Figura 10.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 1.	41
Figura 11.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 2.	42
Figura 12.	Calibración por adición de Na muestra 3.	43
Figura 13.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 4.	44
Figura 14.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 5	45
Figura 15.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 6	46
Figura 16.	Calibración por adición de patrón Na muestra 6	47
Figura 17.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 7	48
Figura 18.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 7	49
Figura 19.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 8	50
Figura 20.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 9.	51
Figura 21.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 9.	52
Figura 22.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 10.	53
Figura 23.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 11.	54
Figura 24.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 11.	55
Figura 25.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 11.	56
Figura 26.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 12.	57
Figura 27.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 13.	58
Figura 28.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 14.	59
Figura 29.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 14.	60
Figura 30.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 15.	61
Figura 31.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 15.	62
Figura 32.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 16.	63
Figura 33.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 16.	64
Figura 34.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 17.	65
Figura 35.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 17.	66
Figura 36.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 18.	67
Figura 37.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 19.	68
Figura 38.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 19.	69
Figura 39.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 19.	69
Figura 40.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 20.	70

Figura 41.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 20.	71
Figura 42.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 21.	72
Figura 43.	Calibración por adición de patrón de Na muestra 22.	73
Figura 44.	Comparación del contenido de Zn en diferentes muestras	78
Figura 45.	Comparación concentración Na en diferentes muestras.....	81
Figura 46.	Comparación concentración Na en diferentes muestras.....	82
Figura 47.	Comparación Concentración Na en café agua destilada y café agua de la red.....	83
Figura 48.	Comparación concentración Na en distintas muestras en calibración por adición patrón.	85
Figura 49.	Comparación entre calibración externa y calibración por adición de patrón de Na.....	86
Figura 50.	Concentración Zn en agua de la red en las muestras de variedad arábica	87
Figura 51.	Concentración de Na en agua de la red en las muestras de variedad arábica.....	88
Figura 52.	Concentración de Na por adición de patrón en muestras de variedad arábica.....	88
Figura 53.	Concentración de Zn en agua de la red en muestras de la variedad arábica y robusta.....	89
Figura 54.	Concentración Na en agua de la red en muestras de variedad arábica y robusta.....	90
Figura 55.	Concentración Na por adición de patrón en muestras de variedad arábica y robusta.....	90
Figura 56.	Comparación Ristretto Zn, Na calibración externa, Na en agua de la red y Na con adición de patrón	91
Figura 57.	Comparación Na por adición de patrón en descafeinados	92